This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

LIBRARY
UNIVERSITY OF
CALIFORNIA
SANTA CRUZ

22.730

21713

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Band XIX. Jahrgang 1889.

München.
Verlag der K. Akademie.
1890.

In Commission bei G. Franz.

Uebersicht

des Inhaltes der Sitzungsberichte Bd. XIX Jahrgang 1889.

Die mit * bezeichneten Abhandlungen sind in den Sitzungsberichten nicht abgedruckt.

Oeffentliche Sitzung der kgl. Akademie der Wissenschaften zur Feier des 130. Stiftungstages am 28. März 1889.

Seite

C. v. Voit: Nekrologe 109

Oeffentliche Sitzung zu Ehren Seiner Majestät des Königs und Seiner Königl. Hoheit des Prinzregenten am 15. November 1889.

Wahlen 409

Sitzung vom 5. Januar 1889.

K. Haushofer: a) Ueber eine Methode zum mikroskopischen Nachweis von Tantal und Niob; b) Ueber das Verhalten der Silikate im Phosphorsalz; c) Ueber künstlich hergestellte Krystalle von Anhydrit; d) Ueber den Lenzinit 1

*R. Hertwig: Ueber die Ursachen der geschlechtlichen Differenzirung 1

E. Bergeat: Ueber eine krystallisirte Säure aus der Schweinegalle 17

Sitzung vom 9. Februar 1889.

Seite

H. Seeliger: Ueber optische Ungleichheiten in der Bewegung der Doppelsterne 19

Andr. Miller: Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Elasticität der Metalle 33

*A. v. Baeyer: Ueber die Reduction der Terephtalsäure . . 19

*A. Brill: Ueber die reducirte Resultante 19

Sitzung vom 2. März 1889.

Eug. Blasius: Ueber die Beziehungen zwischen den Theorien der Krystallstructur und über die systematische Eintheilung der Krystalle 47

C. W. v. Gümbel: Ueber das Erdbeben vom 22. Februar 1889 in der Umgegend von Neuburg a. D. 79

Sitzung vom 4. Mai 1889.

J. v. Gerlach: Ueber die Einwirkung des Methylenblaus auf die Muskelnerven des lebenden Frosches (Mit Tafel I) . 125

N. Rüdinger: Ueber die Bildung der primären und sekundären Augenblase bei Triton alpestris (Mit Tafel II) . 137

Frz. Hessler: Generelle Uebersicht der Heilmittel in dem Áyurvéda des Suśrutas 153

O. E. Meyer: Ueber Gebirgsmagnetismus 167

Sitzung vom 1. Juni 1889.

A. Voss: Ueber die conjugirte Transformation einer bilinearen Form in sich selbst 175

L. Radlkofer: a) Ueber Nothochilus, eine neue Scrophulariineen-Gattung aus Brasilien 213

b) Ueber Theophrasta und Clavija 221

*M. Nöther: Zur Theorie der Berührungscurven der ebenen Curve vierter Ordnung 175

*R. Hertwig: Ueber die Conjugation der Infusorien 175

Sitzung vom 6. Juli 1889.

Seite

A. Voss: Ueber die mit einer bilinearen Form vertauschbaren bilinearen Formen 283

*Erwin Voit: Ueber den geringsten Eiweissbedarf in der Nahrung 283

Sitzung vom 2. November 1889.

E. Lommel: Die Curven gleicher Lichtstärke in den Axenbildern doppelbrechender Krystalle 317

A. Voss: Ueber einen Satz aus der Theorie der Determinanten 329

W. v. Gümbel: Geologische Bemerkungen über die warmen Quellen von Gastein und ihre Umgebung 341

Sitzung vom 7. December 1889.

A. Steinheil: Ueber den Einfluss der Objectivconstruction auf die Lichtvertheilung in seitlich von der optischen Axe gelegenen Bildpunkten von Sternen bei zweilinsigen Systemen. Mit Tafel III—IX 413

C. v. Voit: Ueber den Kalkgehalt der Knochen und Organe rhachitischer Kinder 437

Einsendungen von Druckschriften 301, 439

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 5. Januar 1889.

1. Herr K. Haushofer macht vier Mittheilungen:

a) Ueber eine Methode zum mikroskopischen Nachweis von Tantal und Niob;

b) über das Verhalten der Silikate im Phosphorsalz;

c) über künstlich hergestellte Krystalle von Anhydrit;

d) über den Lenzinit.

2. Herr R. Hertwig hält einen Vortrag: „über die Ursachen der geschlechtlichen Differenzirung.“ Der Inhalt des Vortrags wird anderweitig zur Veröffentlichung gelangen.

3. Herr C. Voit legt eine Notiz über eine von Herrn Dr. E. Bergeat, Assistenten am physiologischen Institut, „in der Schweinegalle aufgefundene krystallisirte Säure“ vor.

1. Ueber eine Methode zum mikroskopischen Nachweis von Tantal und Niob

von K. Haushofer.

(Eingelaufen 5. Januar.)

Vor einigen Jahren habe ich an dieser Stelle[1]) eine Methode angegeben, um die Gegenwart von Tantal und Niob auf mikroskopischem Wege nachzuweisen. Sie gründete sich auf die Kenntniss der charakteristischen Krystallformen, welche gewisse Natriumsalze dieser Säuren besitzen und auf die Neigung der Säuren, unter gegebenen Umständen jene Salze zu bilden, die sich durch ihre Unlöslichkeit in Natronlauge und in concentrirten Auflösungen von kohlensaurem Natrium auszeichnen. Die mikrochemischen Operationen zur Herstellung jener Salze auch bei geringen Quantitäten von Untersuchungsmaterial bestanden in einer Auflösung der Probe in einer Perle von geschmolzener Phosphorsäure am Platindraht, einer Lösung des Glases in geringster Menge Wasser und einer Ausfällung der Natriumsalze der Columbitsäuren durch Zusatz einer überschüssigen Menge von starker Natronlauge zu einem Tropfen der phosphorsauren Lösung auf dem Objectträger.

Es ist nicht zu leugnen, dass das Verfahren im Vergleiche mit anderen mikroskopischen Methoden umständlich erscheinen kann, besonders desswegen, weil das Phosphorsäureglas sich

1) Sitzungsberichte 1883, 444.

nur langsam in Wasser löst, wenn es nicht vorher fein pulverisirt worden ist. Ich muss ferner der von anderer Seite ausgesprochenen Wahrnehmung beistimmen, dass die Methode nur unsichere oder gar keine Resultate gibt, sobald man mit sehr geringen Substanzmengen operirt. Diese Umstände bestimmten mich, dem Gegenstande noch einmal näher zu treten und nach möglichst einfachen Methoden zu suchen, welche auch bei geringeren Substanzmengen noch mit Sicherheit die Gegenwart der Säuren nachzuweisen erlauben. Zu diesem Zwecke wurden zunächst die Bedingungen, unter welchen sich die krystallisirten Natronsalze der Säuren bilden, einer wiederholten Untersuchung unterworfen. Wenn auch die ermittelte Methode noch nicht in allen Fällen mit gleicher Schärfe und Sicherheit zum Ziele führt, so scheint sie doch als eine wesentliche Verbesserung und Ergänzung des früher angegebenen Verfahrens einer kurzen Mittheilung werth zu sein.

Die a. a. O. beschriebenen und dargestellten Natriumsalze bilden sich, wie ich bereits angegeben habe, auch beim Schmelzen von Tantalaten und Niobaten mit Soda am Platindraht, wenn auch nicht in so grossen und deutlichen Krystallen, wie beim Schmelzen mit Natronhydrat im Silbertiegel. Man verfährt zweckmässig in folgender Weise: In der Schlinge eines Platindrahtes wird Soda in solcher Menge eingeschmolzen, dass sich eine Perle von etwa Stecknadelknopfgrösse bildet. Die auf Niob- oder Tantalsäure zu prüfende Substanz wird mit der Sodaperle zusammengeschmolzen. Zu dieser Operation reicht die Temperatur des heissesten Theiles der Flamme, welche ein Bunsen'scher Brenner gibt, vollständig aus. Die Zersetzung erfolgt meist rasch unter einigem Aufbrausen; es empfiehlt sich, die Perle etwa 30 — 40 Sekunden lang der Glühhitze ausgesetzt zu lassen. Das Schmelzproduct bildet nach dem Erkalten eine undurchsichtige, bei Gegenwart von Mangan grünliche, von Eisen gelbliche bis braune Masse. Indem man das am Platindraht haftende Schmelzproduct in

einen Tropfen Wasser einlegt, der auf einem Objectträger sich befindet, löst es sich in einigen Minuten unter Absatz eines krystallinischen Rückstandes, welcher keine bestimmten Formen erkennen lässt. Er besteht aus farblosen glasigen Krystallfragmenten, unter welchen sich solche mit annähernd rhombischen Umrissen öfter beobachten lassen. Wenn die Erhitzung sehr weit getrieben und besonders wenn dabei die Reductionsflamme benützt worden war, finden sich in dem Tropfen nebenbei zahlreiche kleine oktaedrische Skelette, welche selbst in viel Wasser unlöslich sind. Sie gehören einer Natrium-Platinoxydverbindung an, welche sich in dem Masse bildet, als durch die kohlenstoffreiche Flamme unter Entwicklung von Kohlenoxyd etwas Soda in Natriumoxyd übergeführt wird. Im auffallenden Lichte zeigt dieser Absatz, wenn er in grösseren Mengen sich gebildet hat, eine ockergelbe Farbe, von welchen indessen bei durchfallendem Lichte nicht viel zu merken ist, da die Krystalle sehr klein sind und erst bei etwa 200facher Vergrösserung sich in ihren Formen deutlich unterscheiden lassen.

In dem Masse, in welchem die Lösung durch Verdunstung sich concentrirt, scheiden sich bei Gegenwart grösserer Mengen von Tantalsäure zahlreiche, sehr scharf ausgebildete hexagonale Tafeln von tantalsaurem Natrium ab, oft zu Gruppen verwachsen und in allen Einzelnheiten mit den früher a. a. O. beschriebenen Krystallen übereinstimmend. In grosser Menge habe ich diese Bildung bei der Behandlung von Columbit (Haddam, Bodenmais, Tammela, Grönland), Samarskit, Tapiolit beobachtet, in geringerer bei Yttrotantalit; vereinzelt aber auch bei Koppit und Pyrochlor.

Bisweilen bilden sich unter scheinbar gleichen Verhältnissen auch die a. a. O. beschriebenen prismatischen Natronsalze; ich habe sie indessen bei gleichem Verfahren nur bei Columbit aus Grönland, Koppit und Niobsäure neben vereinzelnten hexagonalen Tafeln entstehen sehen.

Im weiteren Verlauf der Verdunstung scheidet sich kohlensaures Natrium ab und schliesslich erstarrt der Tropfen zu einer weissen Krystallkruste, unter welcher die kleinen Krystalle selten mehr deutlich gesehen werden können. Wenn man die eingetrocknete Masse mit soviel Salzsäure befeuchtet, als ausreicht, um das kohlensaure Natrium vollständig zu zersetzen, bleiben einzelne Krystalle der hexagonalen und prismatischen Natronsalze soweit unzerstört, dass man sie noch erkennen kann; der grössere Theil wird indessen zerlegt und bei langsamem Verdunsten des Tropfens bis zur Trockniss scheiden sich die Columbitsäuren neben grossen Würfeln von Chlornatrium zum Theil als krümlige weisse Masse, zum Theil als amorphes Glas ab. Sie haften dabei so ausserordentlich fest an der Fläche des Objectträgers, dass man sie nicht blos fast ohne Verlust auswaschen, sondern überhaupt kaum mehr von ihrer Unterlage fortschaffen kann. Es gelingt nur durch Abschaben mit einem Messer oder durch Erhitzen und Abreiben mit kräftiger Natronlauge.

Der grösste Theil der Columbitsäuren wird bei jener Behandlung mit Salzsäure als Hydrat abgeschieden und löst sich desshalb nach der Entfernung des Chlornatriums durch Auswaschen in Natronlauge. Bringt man auf den getrockneten Rückstand auf dem Objectglase einen Tropfen einer Natronlauge, welche auf einen Gewichtstheil festes Natronhydrat 8 Gewichtstheile Wasser enthält, erwärmt gelinde bis zum Rauchen und lässt dann die Lösung auf ein anderes Objectglas überlaufen, so scheiden sich unter dem Erkalten zahlreiche hexagonale oder prismatische Krystalle der Natronsalze ab, welche, was die hexagonalen anbelangt, oft sehr zierlich, nicht selten als sechsgliedrige Sterne oder wie sechslappige Blumenkronen ausgebildet sind, während die prismatischen Formen stets sehr scharf und normal entwickelt erscheinen. Ich habe auf diesem Wege die charakteristischen Natriumsalze bei Verbindungen erhalten, welche bei der ersten

Operation bisweilen keine solchen gaben, z. B. bei dem Pyrochlor von Brevig. Unter welchen Bedingungen jedoch die hexagonalen und unter welchen die prismatischen Formen entstehen, konnte bis jetzt nicht ermittelt werden. Der Bodenmaiser Columbit gab z. B. bei gleicher Behandlung einmal blos hexagonale Tafeln, ein anderesmal diese neben einer ansehnlichen Menge prismatischer Krystalle; bei ein und demselben Pyrochlor wechselten in verschiedenen Versuchen die relativen Mengen des hexagonalen und des prismatischen Salzes in sehr grossen Abständen. Daraus scheint hervorzugehen, dass die beiden Säuren durch die Formen ihrer Natronsalze nicht sicher unterschieden werden können und dass beide in denselben Salzen auftreten, wenn auch die Neigung der Tantalsäure grösser ist zur Bildung des hexagonalen Salzes, während die Niobsäure leichter das prismatische Salz bildet. Die Entstehung derselben scheint von geringen Unterschieden in der Concentration der Lösungen abhängig zu sein und lässt sich bei den geringen Mengen, mit welchen man für das Mikroskop arbeitet, kaum beherrschen.

Vollständig versagt haben beide Behandlungsweisen, die früher angegebene und die neue, bei Euxenit, Dysanalyt und Wöhlerit. Durch Schmelzung mit Soda und Auflösung des Schmelzproductes erhält man wohl einen ähnlichen krystallinischen Rückstand; allein die für den Nachweis der Columbitsäuren allein brauchbaren hexagonalen und prismatischen Krystalle der Natronsalze konnten nach den angegebenen Methoden nicht zu Stande gebracht werden.

Eine sehr charakteristische und einfache Reaction auf die Columbitsäuren beruht darauf, dass tantal- und niobhaltige Mineralien beim Kochen mit concentrirter Schwefelsäure ganz oder wenigstens soweit zersetzt werden, dass ein Theil der Columbitsäuren in Lösung geht. Wenn man die Lösung von dem Rückstand abgiesst, mit Wasser verdünnt und mit Zinkstaub behandelt, nimmt sie sogleich oder nach einigen

Minuten eine lebhaft sapphirblaue Farbe an, welche allmählig durch olivengrüne Töne in's tintige oder violette übergeht und endlich unter Absatz eines feinen weissen Pulvers verbleicht. Bei diesen Versuchen wurde gefunden, dass Euxenit, Fergusonit, Pyrochlor, Polykras und Koppit als feines Pulver leicht und vollständig in Lösung gehen, während Columbit, Dysanalyt und Aeschynit nur theilweise zersetzt werden; die Farbe der Lösung von Polykras und Aeschynit ist nach Zusatz des Zinkstaubes anfangs violett und geht dann erst in ein tiefes Sapphirblau über. Zum Gelingen des Versuches ist es indessen nöthig, gewisse Mengenverhältnisse einzuhalten. Es empfiehlt sich, auf 20 mg des feinen Mineralpulvers 0,7 bis 0,8 ccm concentrirte Schwefelsäure anzuwenden und die Lösung auf 2 bis 3 ccm zu verdünnen, dazu Zinkstaub etwa vom Volumen einer Erbse zu setzen. 2 mg Euxenit mit 5 Tropfen concentrirter Schwefelsäure, auf etwa 0,8 ccm verdünnt gaben mir noch sehr deutliche Reaction.

Nur bei einem angeblichen Tapiolit, welcher selbst als feinstes Pulver von concentrirter Schwefelsäure absolut nicht angegriffen zu werden scheint, versagte die Reaction vollständig.

2. Ueber das Verhalten der Silicate im Phosphorsalz.

Bei den Schwierigkeiten, mit welchen die Unterscheidung der Silicate nach ihren chemischen Kennzeichen verknüpft ist, hat man mit Recht auf eine scharfe Präcision der letzteren, namentlich des Löthrohrverhaltens, seit Berzelius' mustergültigen Untersuchungen in dieser Richtung grosses Gewicht gelegt und unter anderem dem Verhalten der Silicate gegenüber glutflüssigen Lösungsmitteln die gebührende Aufmerksamkeit geschenkt. Von besonderer praktischer Bedeutung ist bekanntlich das Verhalten der Silicate bei dem Zusammenschmelzen derselben mit geschmolzenem Phosphorsalz (phos-

phorsaurem Ammoniak-Natron). Eine Anzahl von Silicaten wird von der Phosphorsalzperle als Splitter in der Weise zerlegt, dass der in dem geschmolzenen Salze schwebende Splitter, wenn eine gewisse Hitze erreicht ist, plötzlich anschwillt, sich auflockert oder zertheilt, worauf die zurückbleibenden Theilchen sich wieder sammeln und endlich zu einer oft nur sehr kleinen und zarten, durchscheinenden Flocke von Kieselsäure zusammenschwinden. Oft findet dabei eine lebhafte Gasentwicklung statt. Diese Art der Zersetzung ist für ganze Gruppen von Silicaten charakteristisch. Viele Silicate setzen der Zerlegung durch das Phosphorsalz einen grösseren Widerstand entgegen; man muss den Splitter lange Zeit in der Perle glühen, um endlich wahrzunehmen, wie er von den Kanten aus durchscheinend und farblos wird und sich nach und nach in ein durchscheinendes Stückchen Kieselsäure umsetzt, welches indessen die ursprüngliche Form des Splitters beibehält, wenn es auch oft etwas zusammenschrumpft. Es bildet dann das, was man so bezeichnend ein Kieselskelett nennt. Manche Silicate zeigen dabei, wenigstens Anfangs, eine lebhafte Gasentwicklung (Serpentin, Speckstein). Endlich gibt es eine Anzahl von Silicaten, welche als Splitter selbst bei lang anhaltender Erhitzung in der Phosphorsalzperle keine erhebliche Veränderung erleiden und nicht zersetzt zu werden scheinen. Indessen lässt sich die Gränze zwischen unzersetzbaren und schwierig zersetzbaren Silicaten bei weitem nicht mit der Sicherheit angeben wie zwischen den leicht und langsam zersetzbaren, zwischen Kieselflocke und Kieselskelett.

Diese Unterschiede, für die Praxis der Mineral- und Gesteinsbestimmung von hervorragender Bedeutung, entbehren auch nicht eines theoretischen Interesses. Es scheint das plötzliche Anschwellen und Zertheilen der Silicate in der Phosphorsalzperle, wie die Gasentwicklung, darauf zu beruhen dass an der Zusammensetzung solcher Mineralien Elemente oder Elementgruppen theilnehmen, welche, indem sie bei der

erreichten Temperaturerhöhung gasförmig werden, den atomistischen Verband des Silicates sprengen und dadurch seine Zersetzung durch die Phosphorsäure zu einer rasch verlaufenden Reaction machen. Man wird wenigstens zu dieser Annahme gedrängt, wenn man die Zusammensetzung der Silicate, die sich so verhalten, ins Auge fasst und sie mit der anderer vergleicht, die von Phosphorsalz nicht oder nur langsam zersetzt werden, wenn man z. B. das Verhalten des Nephelins mit dem der ähnlich constituirten Silicate Sodalit und Hauyn vergleicht. Letztere, in deren Constitution geringe Mengen Chlor beziehungsweise Schwefelsäure verkettet sind, lösen sich in der Phosphorsalzperle sehr leicht und rasch unter Hinterlassung einer sehr zarten Kieselflocke, während der Nephelin, welcher und solang er keine solchen Bestandtheile enthält, nur äusserst schwierig und langsam von Phosphorsalz zersetzt wird, wobei die Kieselsäure endlich als eckiges Kieselskelett zurück bleibt. Nepheline indessen, welche, wie der Davyn, Kohlensäure in ihre Zusammensetzung aufgenommen haben, zeigen genau die Zersetzbarkeit des Sodalit und Hauyn. Aehnliche Unterschiede zeigt der fluorreiche Humit, der leicht zur Kieselflocke zersetzt wird, gegenüber dem fast unzersetzbaren Olivin. Auch beim Turmalin und Axinit ist es der Fluorgehalt, welcher die Leichtigkeit der Zersetzung durch Phosphorsalz bedingt und es erscheint nicht ohne Bedeutung, dass die lithionfreien, leicht unter Aufschäumen schmelzbaren schwarzen Turmaline im Phosphorsalz sich genau ebenso verhalten, wie die unschmelzbaren lichtgefärbten Lithionturmaline. Bei den Mineralien der Skapolitgruppe darf wohl das in ihrer Constitution nie fehlende Chlor als Grund ihrer Zersetzbarkeit angesehen werden. Bei anderen Silicaten ist es der Gehalt an Constitutionswasser, welcher die Zersetzbarkeit zu bedingen scheint, z. B. bei den Glimmern, bei den Silicaten der Epidotgruppe, beim Vesuvian, während die ähnlich zusammengesetzten Silicate der Granatgruppe wie auch die der Amphibolreihne

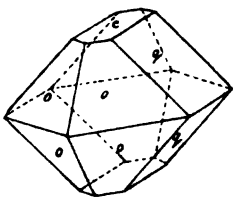
nicht oder nur sehr allmählig zerlegt werden. Dagegen gibt es wasserreiche Silicate, welche, wie die Mineralien der Serpentingruppe, der Zersetzung in der Phosphorsalzperle grossen Widerstand entgegensetzen, obwohl sie in derselben ihren Wassergehalt leicht und rasch unter Brausen abgeben. Man wird dadurch zu dem Schluss gedrängt, dass das Wasser dieser Silicate nicht im atomistischen Verband mit den übrigen Bestandtheilen stehe, sondern nur als Krystallwasser eingelagert sei. In der Verfolgung dieser Frage begegnet man Thatsachen, welche noch einer Aufklärung bedürfen. Während z. B. der krystallisirte blättrige Steatit (Talk) in der Phosphorsalzperle unter Anschwellen und Aufbrausen leicht eine Kieselflocke gibt, lässt sich der Speckstein, den man als eine dichte Varietät des Talkes anzunehmen gewohnt ist, nur nach anhaltendem strengen Glühen mit Phosphorsalz in ein Kieselskelett überführen. Aehnliche Unterschiede machen sich in dem Verhalten des krystallisirten Kämmererit gegenüber dem dichten Rhodochrom, zwischen dem blättrigen Pyrophyllit und dem dichten Agalmatolit geltend. Es scheint mir darin Grund genug für die Annahme zu liegen, dass Talk und Speckstein zwei verschiedene Species bilden, welche das gleiche Silicat bei dem Talk mit Constitutionswasser, im Speckstein mit Krystallwasser repräsentiren. Die Verschiedenheit des Aggregatzustandes kann einen solchen Unterschied des chemischen Verhaltens nicht begründen. In der That verhält sich dichter Epidot in der Phosphorsalzperle gerade so wie krystallisirter, dichter Datolit wie krystallisirter. — Für die Praxis der Mineralbestimmung sind diese Unterschiede im Verhalten der Silicate gegen Phosphorsalz von nicht geringem Werthe, weil es beispielsweise dadurch möglich ist, kleine Splitter von Vesuvian und Granat, von Epidot und Augit, von Turmalin und Beryll, von Skapolit und Feldspat u. s. w. in einfacher Weise zu unterscheiden.

3. Ueber künstlich hergestellte Krystalle von Anhydrit.

Schwefelsaurer Kalk löst sich in heissem Schwefelsäurehydrat in beträchtlicher Menge und scheidet sich beim Erkalten der Lösung in mikroskopischen Krystallen und Krystallaggregaten wieder ab, deren Formen ich an anderer Stelle beschrieben und dargestellt habe. Diese Formen sind zwar charakteristisch genug für die Erkennung des Salzes, indessen in Folge der raschen Abscheidung selten scharf entwickelt. Bei Gelegenheit einer Behandlung von Flussspat mit überschüssigem Schwefelsäurehydrat bis zum vollständigen Abrauchen der Säure sah ich kleine aber sehr glattflächige und scharf ausgebildete Krystalle von Anhydrit auf dem Boden des Platintiegels zurückbleiben; sie waren indessen doch nur mikroskopisch geblieben und gestatteten keine goniometrische Messung. Bei einer Wiederholung des Versuches mit etwas grösseren Mengen von entwässertem feingemahlenem Gyps, welchen ich bis zur Sättigung in heissem Schwefelsäurehydrat auflöste und bei sehr langsamem Abrauchen der Lösung erhielt ich eine grosse Anzahl theils loser, theils verwachsener Krystalle von Anhydrit, welche gross und zugleich glattflächig genug waren, um goniometrische Bestimmungen vornehmen zu lassen. Die Messungen wurden auf einem Goniometer mit Verticalkreis im Sonnenlicht vorgenommen, ein Verfahren, welches bei so kleinen Krystallen die genauesten Resultate gibt und alle parallaktischen Fehler und Mängel der Centrirung auf ein Minimum reducirt.

Die Krystalle sind durch die Flächen der Grundpyramide o, des primären Brachydoma's q und der basischen Fläche c begränzt und vorherrschend prismatisch nach der Brachydiagonale gestreckt; bei grösseren Krystallen erscheinen manchmal sämmtliche Flächen treppenförmig vertieft. Die Ergebnisse der Messung sind folgende:

	Gemessen:	Berechnet:
q:q = (011) $(0\bar{1}1)$ =	*96° 19′	— —
o:q = (111) (011) =	*146 20	— —
o:o = (111) $(\bar{1}11)$ =	112 29	112° 34′
o:o = (111) $(\bar{1}\bar{1}1)$ =	112 57	112 40
o:o = (111) $(1\bar{1}1)$ =	— —	103 22
Ebener stumpfer Basiswinkel	=	90 4



Sie stimmen mit den letzten Messungen, welche Hessenberg an natürlichen Anhydritkrystallen vorgenommen, recht gut überein.

4. Ueber den Lenzinit.

Die Gruppe der pelitischen wasserhaltigen Thonerdesilicate bildet eines der unerquicklichsten Kapitel der determinativen und systematischen Mineralogie, weil man es auf diesem Gebiete nicht nur mit einer grossen Anzahl von kryptomeren, in der Zusammensetzung schwankenden Gemengen, sondern auch mit einer Ueberzahl von schlecht definirten und mangelhaft untersuchten Species zu thun hat, deren Schaffung seinerzeit einen viel geringeren Aufwand von wissenschaftlicher Arbeit erforderte, als heute die Aufgabe, den Werth und die Bedeutung jener Schöpfungen zu prüfen und sie einer kritischen Sichtung zu unterziehen. Das Meiste für die allmählige Klarlegung dieses Gebietes ist von der mikroskopischen Untersuchung zu erwarten, welche schon über manche wichtige Fragen in dieser Hinsicht — man darf nur an die Untersuchungen von Johnston, Blake, Kenngott, Descloizeaux u. A. über Nakrit und Kaolin sich erinnern — den entscheidenden Aufschluss gegeben hat.

Bei Gelegenheit einiger Untersuchungen dieser Art beschäftigte ich mich mit einem Gebilde, welches wegen seines ungewöhnlich grossen Reichthums an organischen Formen an dieser Stelle einer vereinzelnten Erwähnung werth erscheinen kann. Es ist diess der Lenzinit (oder Lenzin) von

Call in der Eifel, ein weisser, feinerdiger Thon, welcher schon in John's Chem. Schriften vom Jahre 1816 beschrieben wurde, nach der Analyse des Genannten ein wasserhaltiges Thonerdehydrat ist, welches sich vom Kaolin nur durch einen Mehrgehalt von zwei Molekülen Wasser unterscheidet. Das Mineral hat eine technische Bedeutung als Zusatz zu Papierstoff gewonnen — freilich wird in dieser Beziehung jetzt manches als Lenzinit bezeichnet, was nur ein feinerdiger weisser Thon ist und sich für den besagten Zweck eignet. In den meisten mineralogischen Handbüchern wird der Lenzinit zum Halloysit gestellt, welchem er allerdings quantitativ am nächsten kommt. Eine mikroskopische Analyse scheint mit dem Mineral noch nicht vorgenommen worden zu sein, sonst würde man gefunden haben, dass dasselbe der Hauptsache nach aus sehr kleinen farblosen Täfelchen von rhombischen Umrissen besteht, die, wie sie in der Form mit dem Kaolin übereinstimmen, auch in der Substanz mit demselben identisch sein dürften. Neben diesen finden sich, der Menge nach untergeordnet aber doch in beträchtlicher Anzahl sehr kleine stäbchen-, nadel- und keulenförmige farblose Körper, welche an die Formen von Mikroorganismen erinnern, vorzugsweise bakterien- oder baccillenähnliche Gebilde, in geringerer Menge mikrokokkenähnliche Formen. Wenn man das Pulver mit einem Tropfen Wasser benetzt und bei starker Vergrösserung (1 : 800 linear) unter das Mikroskop bringt, kann man beobachten, dass diese Körperchen fast unmittelbar nach der Benetzung sich zu bewegen beginnen und bald äusserst lebhaft im Wasser hin und her schwimmen. Dadurch erkennt man erst, wie gross ihre Menge ist und welche Rolle sie quantitativ in der Zusammensetzung des Thones spielen. Wenn man erwägt, dass der Wassergehalt bei der Analyse als Glühverlust bestimmt zu werden pflegte, ist in demselben auch der Verlust inbegriffen, der durch die Verbrennung organischer Stoffe sich ergeben muss und man wird kaum fehl-

greifen, wenn man den Lenzinit zum Kaolin stellt und den Mehrgehalt an Wasser auf Rechnung der fremden Körper setzt.

Es ist zu erwähnen, dass viele dieser Körper das Licht polarisiren und eine Auslöschung zeigen, die zu ihrer Längsaxe parallel und normal liegt. Zwischen gekreuzten Nicols tauchen sie desshalb im Wechsel ihrer Bewegung im dunklen Gesichtsfelde plötzlich leuchtend auf, um bald wieder zu verschwinden. Die rhombischen Täfelchen des Kaolin lassen ihrer geringen Dicke wegen eine Doppelbrechung kaum bemerken.

Die Bewegung der erwähnten Körper ist so lebhaft und anscheinend spontan, dass man versucht ist, sie nicht blos für „molekulare" Oscillationen, sondern für die Aeusserung wirklich vorhandenen Lebens anzusehen. Ich halte letzteres für unzulässig in Anbetracht des Umstandes, dass der untersuchte Lenzinit, der übrigens von verschiedenen Bezugsquellen herrührt, seit etwa zwanzig Jahren trocken in einem verkorkten Glase aufbewahrt wurde, besitze aber nicht genug Sachkenntniss, um darüber entscheiden zu wollen, sondern möchte nur hier auf die Sache aufmerksam gemacht und den Lenzinit als interessantes Beobachtungsmaterial den betheiligten Fachkreisen empfohlen haben. Ich erwähne nur noch, dass jede Bewegung aufhört, wenn man ein wenig Schwefelsäure unter das Deckgläschen zu dem Präparat treten lässt.

Wie zu erwarten stand und wie z. Th. schon bekannt ist, haben sich auch in anderen thonähnlichen Gebilden ähnliche Formen nachweisen lassen, obwohl in keinem solche Mengen wie im Lenzinit. Im Halloysit von Lüttich sind es vorzugsweise Körper, welche an Mikrokokken erinnern — theils einzeln, theils in rosenkranzförmigen Gruppen. Die mineralischen Bestandtheile dieses Halloysit zeigen indessen unter dem Mikroskop nicht die Formen des Kaolin, sondern erscheinen als farblose kuglige Massen, welche einzeln und vielfach gruppirt auftreten und namentlich letztere sind es,

welche in ihren Formen auffallende Aehnlichkeit mit den Steinkernen von Foraminiferen besitzen. Der Halloysit von Angleur ist dagegen in der Hauptsache Kaolin. Das Steinmark vom Gleissingerfels bei Fichtelberg, der Glagerit von Weiden, der Cimolit von Melos, ein weisser Thon von Kelheim liess keine Spur von Kaolinkrystallen erkennen; es sind Gemenge von kugligen Partieen ohne Polarisation mit stark polarisirenden Fragmenten (Quarz), dazwischen reichlich kleine Mikrokokken-ähnliche Körper, aber ohne jene spontane Bewegung, die unter anderen wieder an einem Pfeifenthon von Orsberg am Rhein und einer Porzellanerde von Göpfersgrün, an dem lavendelblauen Steinmark von Ebnath, in dem sog. Malthacit von Steindörfel bei Bautzen und in dem erdigen Glagerit von Bergnersreuth bei Wunsiedel diese Körperchen so kenntlich macht.

Ohne Zweifel sind viele dieser Minerale nur Gemenge und schon das Verhalten im polarisirten Lichte gibt darüber sichere Anhaltspunkte. Ein anderes Mittel, um zu erkennen, dass man es mit Gemengen zu thun hat, habe ich in der Anwendung von färbenden Flüssigkeiten, speciell von Methylgrün gefunden. Benetzt man das trockene Pulver dieser Thone mit einer nicht zu sehr verdünnten Lösung von diesem Farbstoff (im Handel auch wohl als „Malachitgrün" bezeichnet), so sieht man, wie bei den meisten Thonen die Lösung bald entfärbt wird, während die Mineraltheile sich mehr oder minder energisch des Farbstoffes bemächtigen. Man findet dann unter dem Mikroskop einzelne minder gefärbte oder ganz ungefärbte Theile — z. B. Quarz, unzersetzte Feldspatfragmente etc. zwischen den tiefgefärbten. Die Krystalle des Kaolin färben sich nicht. Dabei erleidet der Farbstoff durch die Thone eine Veränderung; seine Farbe, die ursprünglich blaugrün ist, geht in das Himmelblaue und Ultramarinblaue über. Meerschaum, der auch stark gefärbt wird, ändert die Farbe des Malachitgrün nicht.

Ueber eine krystallisirte Säure aus der Schweinegalle

von Emil Bergeat.

(Eingelaufen 5. Januar.)

Löst man bis zum Syrup eingedampfte frische Schweinegalle in Alcohol und versetzt die filtrirte Lösung mit Aether, so fallen die gallensauren Salze als dunkelbraunes leichtflüssiges Harz aus. Die wässerige Lösung dieses Harzes ist mit Essigsäure fast vollkommen fällbar; die so erhaltenen Säuren der Schweinegalle stellen ein dickflüssiges dunkelbraunes, in Wasser unlösliches Pech dar; nach wochenlangem Stehen lässt sich darin die rasch zunehmende Bildung weisser Krystallnadeln erkennen. Durch kräftiges Schütteln mit Wasser lassen sich diese Krystalle, welche im Wasser suspendirt bleiben, von der zusammenfliessenden harzigen Masse trennen; sie bleiben als leichte, lockere Masse auf dem Filter zurück und können durch wiederholtes Umkrystallisiren aus der alcoholischen Lösung, welcher man bis zur beginnenden Trübung Wasser zusetzt, rein in weissen Krystallbüscheln und Drusen erhalten werden.

Dieser Körper ist sehr leicht löslich in Alcohol, kaum löslich in Wasser, unlöslich in Aether, Petroläther und Chloroform, bildet ein in heissem Wasser lösliches amorphes Natronsalz, ein amorphes in heissem Wasser unlösliches Bleisalz und wird durch Essigsäure krystallinisch aus diesen Verbindungen abgeschieden; er gibt nicht die Pettenkofersche Reaction, noch

die Neukommsche Modification derselben. Die mehrmals umkrystallisirten Krystalle geben lufttrocken bei 100° rasch Wasser ab, 2,58 und 2,48%. Die trockenen Krystalle haben die elementare Zusammensetzung:

	I	II	III	IV
C	69.40	69.09	—	—
H	9.395	8.91	—	—
N	—	—	3.099	2.94

Ob diese Säure als mit Glycocoll gepaart anzusehen ist, wurde noch nicht ermittelt.

Auch auf eine zweite Weise kann diese Säure gewonnen werden. Durch neutrales essigsaures Blei wird die Galle des Schweines fast vollständig gefällt. Der käsige hochgelbe Niederschlag wird abcentrifugirt und mit Weingeist und Alcohol, so lange etwas in Lösung geht, erschöpft. Von der weingeistigen entbleiten Lösung, welche neben anderen gallensauren Pflastern auch das Bleisalz der besprochenen Säure enthält, wird der Alcohol verjagt, der Rückstand mit Wasser mässig verdünnt und mit Aether überschichtet. In der Kälte setzt sich dann die Säure als weisses krystallinisches Pulver ab, und wird durch Umkrystallisiren leicht gereinigt.

Nach annähernder Bestimmung enthält die trockene Galle des Schweines 5 bis 10% dieser Säure.

Letztere Methode ist auch mit Vortheil zur Trennung der übrigen Säuren der Schweinegalle zu verwenden, da ein grosser Theil des Bleiniederschlages in Alcohol unlöslich ist. Durch Herstellung der Barytsalze gelingt es, die einzelnen Säuren von einander zu isoliren. Es lässt sich neben der beschriebenen krystallisirten Säure und den jüngst von Professor Jolin in Stockholm dargestellten zwei Säuren noch eine vierte nachweisen. Die Untersuchungen hierüber werden in Kürze abgeschlossen werden können.

Sitzung vom 9. Februar 1889.

1. Herr H. SEELIGER macht eine Mittheilung: „über optische Ungleichheiten in der Bewegung der Doppelsterne".

2. Herr L. SOHNCKE legt eine Abhandlung des Herrn Dr. ANDREAS MILLER „zur Abhandlung des Herrn Dr. NISSON KATZENELSOHN: über den Einfluss der Temperatur auf die Elasticität der Metalle" vor.

3. Herr A. VON BAEYER hält einen Vortrag: „über die Reduktion der Terephtalsäure". Die von ihm erhaltenen Resultate werden anderweit zur Veröffentlichung gelangen.

4. Herr L. VON SEIDEL überreicht nachträglich eine von dem correspondirenden Mitglied, Herrn AL. BRILL in Tübingen, eingesandte Abhandlung: „über die reducirte Resultante", welche in die Denkschriften aufgenommen wird.

Ueber optische Ungleichheiten in der Bewegung der Doppelsterne

von H. Seeliger.

(Eingelaufen 9. Februar.)

Wenn die Bahnebene eines Doppelsternes nicht mit der Projectionsebene zusammenfällt, so entstehen durch die endliche Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes Ungleichheiten in der Bewegung, welche von einer in absolutem Masse anzugebenden Grösse abhängen und deshalb, wie Savary[1]) meinte, zur Ermittelung der Parallaxe des Sternes

1) Connaissance des temps für 1880.

dienen können. Dieser auf den ersten Blick sehr bestechende Gedanke bewährt sich indessen bei eingehender Untersuchung des Sachverhaltes nicht. Villarceau[1]) hat diesem Gegenstande eine sehr ausführliche Abhandlung gewidmet und gezeigt, dass die genannte Ungleichheit auch von dem Verhältnisse der beiden Massen des Doppelsternes abhängt und ihre Kenntniss also nur eine Gleichung zwischen zwei Unbekannten liefert. Wenn ich hier auf dieselbe Frage eingehe, so geschieht dies aus zwei Gründen. Erstens lassen sich nämlich die hauptsächlichsten Resultate Villarceau's, wie ich glaube, wesentlich einfacher und deshalb auch übersichtlicher ableiten. Zweitens aber soll bei dieser Gelegenheit noch ein anderer Einfluss optischer Natur Berücksichtigung finden. Man hat in neuerer Zeit die Frage aufgeworfen, ob die Geschwindigkeit des Lichtes von seiner Intensität abhängig sei. Während die ersten dahin gerichteten Experimentalarbeiten von J. Müller[2]) eine deutliche Abhängigkeit der erwähnten Art ergaben, stellten die neueren Arbeiten von Lippich[3]) und in besonders eingehender Weise von Ebert[4]) fest, dass ein solcher Einfluss, wenn überhaupt vorhanden, nur eine minimale Grösse, die ausserhalb der Genauigkeit der angestellten Versuche liegt, erreichen könne. Herr Ebert erwähnt in seiner Arbeit auch der Rolle, welche die besprochenen Verhältnisse bei der Bewegung der Doppelsterne spielen, ohne indessen den wahren Sachverhalt näher zu besprechen. Auch scheinen seine dies-

---

1) Théorie analytique des inégalités de lumière des étoiles doubles. Connaissance des temps, additions, für 1878. Vergleiche auch: Birkenmajer, „Über die durch die Fortpflanzung des Lichtes hervorgerufenen Ungleichheiten". Sitzungsberichte der Wiener Akademie II. Abth. Bd. XCIII. Wien 1886. Ferner die Besprechung dieser Abhandlung in Vierteljahrss. der A. G. Bd. 21.

2) Pogg. Ann. Bd. 145, p. 86, 1871.

3) Wiener Berichte Bd. 72, p. 355, 1875.

4) Wiedemann's Annalen Bd. 32, p. 337, 1887.

bezüglichen Bemerkungen in mancher Richtung einer Modification zu bedürfen.

Der Betrachtung werde ein rechtwinkliges Coordinatensystem zu Grunde gelegt, dessen Anfang in grosser Nähe des Schwerpunktes des Doppelsternes angenommen werde. Die z Axe sei parallel dem Visionsradius gerichtet. Die x und y Axe mögen vorderhand beliebig in der darauf senkrechten Ebene (Projectionsebene) liegen. Zur Zeit t seien die in der Projectionsebene gelegenen relativen Coordinaten der beiden Sterne mit den Massen m_1 und m_2

$$x = x_2 - x_1 ; \quad y = y_2 - y_1$$

beobachtet. Infolge der endlichen Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes sind aber x und y nicht wirklich stattfindende Coordinatendifferenzen. Es werde nun angenommen, dass die von den Sternen m_1, m_2 und deren Schwerpunkt zu den Zeiten t_1, t_2 und τ ausgehenden Lichtbewegungen gleichzeitig zur Zeit t vom Beobachter wahrgenommen werden. Den zu einer bestimmten Zeit gehörenden wirklichen Werth einer Grösse bezeichnen wir so, dass die betreffende Zeit in Klammern angemerkt wird. So ist also z. B. $x_1\,(t_1)$ der wirklich zur Zeit t_1 stattfindende Werth der Coordinate x_1 und $x\,(t_1)$ die wirkliche Coordinatendifferenz beider Sterne in demselben Augenblicke. Auf diese Weise kann demnach geschrieben werden:

$$x = x_2\,(t_2) - x_1\,(t_1) \tag{1}$$

Der Schwerpunkt bewegt sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit in einer Geraden. Wenigstens liegt keine Möglichkeit und wohl auch keine Veranlassung vor, von dieser Annahme abzugehen. Seine x, y und z Coordinaten seien gegeben durch:

$$\alpha_0 + \alpha_1 t, \quad \beta_0 + \beta_1 t, \quad \gamma_0 + \gamma_1 t$$

Aus der Definition des Schwerpunktes folgt:

$$m_1 x_1 (t_1) + m_2 x_2 (t_1) = (m_1 + m_2)(\alpha_0 + \alpha_1 t_1)$$
$$m_1 x_1 (t_2) + m_2 x_2 (t_2) = (m_1 + m_2)(\alpha_0 + \alpha_1 t_2)$$

Der Differenz beider Gleichungen kann man die Form geben:

$$(m_1 + m_2)\alpha_1 (t_1 - t_2) = m_1 x (t_2) + m_2 x (t_1) - (m_1 + m_2)[x_2 (t_2) - x_1 (t_1)]$$

Mit Hülfe von (1) und wenn das Resultat für die y Coordinate gleich mit angeschrieben wird, ergeben sich folgende Grundgleichungen:

$$\left.\begin{aligned} x &= \alpha_1 (t_2 - t_1) + \frac{m_1 x (t_2) + m_2 x (t_1)}{m_1 + m_2} \\ y &= \beta_1 (t_2 - t_1) + \frac{m_1 y (t_2) + m_2 y (t_1)}{m_1 + m_2} \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

In diesen Gleichungen, welche mit den von Herrn Birkenmajer benutzten vollkommen übereinstimmen, bedeutet also z. B. $x (t_1)$ den bekannten und leicht aufstellbaren Ausdruck für die x Coordinate der Kepler'schen relativen Doppelsternbewegung, wenn in demselben die Zeit t_1 substituirt wird. Es soll nun (2) unter der wohl immer zutreffenden Voraussetzung entwickelt werden, dass die zweiten Potenzen der Zeitdifferenzen $t_1 - \tau$ und $t_2 - \tau$ als unmerklich vernachlässigt werden können. Mit dieser Annahme ergiebt sich:

$$x = x(\tau) + \alpha_1 (t_2 - t_1) + x'(\tau) \cdot \frac{m_1 (t_2 - \tau) + m_2 (t_1 - \tau)}{m_1 + m_2} \qquad (3)$$

Wegen der Eigenbewegung des Sternes wird die Axe des gebrauchten Coordinatensystemes nicht immer genau zum Beobachter gerichtet sein, wenn sie es zu einer bestimmten Zeit gewesen ist. Diese Abweichung ist aber für lange

Zeiten äusserst klein und es kann demnach ohne Schaden von der stattfindenden stets geringfügigen Drehung des Systemes gegen den Visionsradius abgesehen werden. Bezeichnen dann $s_1(t)$ und $s_2(t)$ die zur Zeit t stattfindenden Abstände der beiden Sterne von der Projectionsebene, die wir jetzt durch den Schwerpunkt gehen lassen, $D(t)$ die Entfernung des letzteren Punktes vom Beobachter und V_1, V_2, V_0 die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten der von m_1, m_2 und dem Schwerpunkte ausgehenden Lichtbewegungen, so haben wir:

$$\left.\begin{aligned} t_1 &= t - \frac{D(t_1) + s_1(t_1)}{V_1} \\ \tau &= t - \frac{D(\tau)}{V_0} \\ t_2 &= t - \frac{D(t_2) + s_2(t_2)}{V_2} \end{aligned}\right\} \qquad (4)$$

Da der Schwerpunkt an sich keine Lichtbewegung aussendet, so ist V_0 eine willkürlich anzunehmende Grösse, deren passende Wahl zur Vereinfachung der Schlussformeln beitragen wird. Man wird hierbei nur zu berücksichtigen haben, dass des Folgenden wegen V_0 sich von V_1 und V_2 nicht viel unterscheiden darf. Durch V_0 ist natürlich erst τ bestimmt.

Den früheren Bemerkungen zufolge und weil $D'(\tau) = \gamma_1$ ist, hat man:

$$D(t_1) = D(\tau) + \gamma_1 (t_1 - \tau)$$
$$D(t_2) = D(\tau) + \gamma_1 (t_2 - \tau)$$

Die Gleichungen (4) werden hierdurch

$$t_1 - t = -\frac{D(\tau)}{V_1} - \gamma_1 \frac{t_1 - \tau}{V_1} - \frac{z_1(t_1)}{V_2}$$

$$\tau - t = -\frac{D(\tau)}{V_0}$$

$$t_2 - t = -\frac{D(\tau)}{V_2} - \gamma_1 \frac{t_2 - \tau}{V_2} - \frac{z_2(t_2)}{V_2}$$

Setzt man zur Abkürzung:

$$\lambda_1 = \frac{V_1 - V_0}{V_0 (V_1 + \gamma_1)}$$

$$\lambda_2 = \frac{V_2 - V_0}{V_0 (V_2 + \gamma_1)}$$

und nimmt zur Bestimmung des willkürlichen V_0 die Gleichung an:

$$m_1 \lambda_2 + m_2 \lambda_1 = 0 \tag{5}$$

so kann man die Gleichung (3) so schreiben:

$$x = x(\tau) + \alpha_1 D(\tau)(\lambda_2 - \lambda_1) + \alpha_1 \left[\frac{z_1(t_1)}{V_1 + \gamma_1} - \frac{z_2(t_2)}{V_2 + \gamma_1}\right]$$
$$- \frac{x'(\tau)}{m_1 + m_2}\left[\frac{m_1 z_2(t_2)}{V_2 + \gamma_1} + \frac{m_2 z_1(t_1)}{V_1 + \gamma_1}\right]$$

Hierin wird man noch bedeutende Vereinfachungen eintreten lassen können. In den mit den z behafteten Gliedern wird es erlaubt sein zu setzen $V_1 + \gamma_1 = V_2 + \gamma_1 = V_0$, ferner ist genügend genau:

$$z_2(t_2) - z_1(t_1) = z(\tau)$$

$$m_1 z_2(t_2) + m_2 z_1(t_1) = (m_1 - m_2) z(\tau)$$

Wir haben also jetzt:

$$x = x(\tau) + \alpha_1 D(\tau)(\lambda_2 - \lambda_1) - \alpha_1 \frac{z(\tau)}{V_0} - \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot \frac{z(\tau)}{V_0} x'(\tau) \tag{6}$$

Man darf hierbei nicht ausser Acht lassen, dass infolge der Veränderung von $D(\tau)$ die Zeitdifferenz $(t-\tau)$ nicht eine Constante ist. Ist aber τ_0 ein fester Zeitpunkt, so hat man

$$D(\tau) = D(\tau_0) + \gamma_1 (\tau - \tau_0)$$

Die zweite Gleichung (4) ergiebt hiermit:

$$\tau = (t - \tau_0') \cdot \frac{V_0}{V_0 + \gamma_1} \tag{7}$$

worin

$$\tau_0' = \frac{D(\tau_0)}{V_0} - \tau_0 \frac{\gamma_1}{V_0}$$

Die in (6) vorkommenden Coordinaten sind als in linearem Masstab gegeben zu betrachten. Die Beobachtungen beziehen sich aber auf scheinbares Winkelmass. Um dies einzuführen, muss man (6) auf beiden Seiten durch $D(\tau)$ dividiren. Letztere Grösse ändert sich aber, wie wir gesehen haben, infolge der im Visionsradius gelegenen Eigenbewegungscomponente. Man wird aber hiervon absehen können, denn die Eigenbewegungen der Sterne zeigen innerhalb der kurzen verfügbaren Zeiträume nichts von alledem. Aus gleichem Grunde wird man auch auf den durch (7) definirten Einfluss keine Rücksicht nehmen brauchen. Dieser besteht indessen, wie sofort erhellt, darin, dass wegen des constanten Factors von t die mittlere Bewegung der Revolutionsbewegung des Doppelsternes um eine Constante verändert erscheint und ebenso wird die Zeit des Passirens des Periastrons um die unveränderliche Grösse $\tau_0' \frac{V_0}{V_0 + \gamma_1}$ verschieden ausfallen. Bringt man diese Correctionen an oder vernachlässigt sie auch, was immer erlaubt ist, so darf man also jetzt $t - \tau$ als eine Constante betrachten. Unter dieser Voraussetzung soll die Gleichung (6) weiter besprochen werden. Man kann sie uud die analoge für die y Coordinate in folgender Form schreiben:

$$\left.\begin{aligned} x &= x\left\{\tau - \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\cdot\frac{z(\tau)}{V_0}\right\} - \alpha_1\frac{z(\tau)}{V_0} + \alpha_1\frac{D(\tau)}{V_0}\cdot\mu \\ y &= y\left\{\tau - \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_2}\cdot\frac{z(\tau)}{V_0}\right\} - \beta_1\frac{z(\tau)}{V_0} + \beta_1\frac{D(\tau)}{V_0}\cdot\mu \end{aligned}\right\} \quad (8)$$

indem $V_0(\lambda_2 - \lambda_1) = \mu$ gesetzt worden ist. Es ist übrigens sehr nahe und für alle Fälle ausreichend

$$\mu = \frac{V_2 - V_1}{V_1}$$

Für $\mu = 0$ gehen (8) selbstverständlich in die von Villarceau behandelten Gleichungen über. Da eine Superposition der Wirkung der 3 Glieder auf der rechten Seite von (8) angenommen werden darf, so ist es erlaubt, sie einzeln und unabhängig von einander zu betrachten. Das erste Glied giebt unmittelbar den von Villarceau rectificirten Savary'schen Satz:

„Die endliche Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes erzeugt eine periodische Ungleichheit, die dadurch vollkommen berücksichtigt wird, dass man die Zeit τ durch

$$\tau - \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\cdot\frac{z(\tau)}{V_0}$$

ersetzt."

Die zweiten Glieder erzeugen nur eine constante Veränderung der elliptischen Bahnelemente Knoten (Ω), Neigung (i) und Distanz des Periastrons vom Knoten (λ). Dies lässt sich sehr einfach so beweisen. Die allgemein bekannten und fortwährend bei Doppelsternbahnberechnungen zur Anwendung kommenden Differentialformeln für den Positionswinkel (p) und Distanz (ϱ) lassen sich nämlich, da wir nur auf eine Veränderung von Ω, i und λ Rücksicht zu nehmen haben, in folgender einfachen Form schreiben:

$$dp = d\Omega - \frac{z}{\varrho}\cos(p-\Omega)\,di + \left(\frac{r}{\varrho}\right)^2 \cos i\, d\lambda$$

$$\frac{d\varrho}{\varrho} = \quad -\frac{z}{\varrho}\sin(p-\Omega)\,di - \frac{z}{\varrho}\sin i\cos(p-\Omega)\,d\lambda$$

wo r der Radiusvector in der wahren Doppelsternbahn ist. Wenn wir nun die ihrer Richtung nach beliebigen Axen der x und y so legen, dass

$$x = \varrho\cos p\,; \quad y = \varrho\sin p$$

ist, so kann man aus den vorstehenden Gleichungen sofort die folgenden ableiten:

$$dx = -y\,(d\Omega + \cos i\, d\lambda) + z\,[di\sin\Omega - \sin i\cos\Omega\, d\lambda]$$

$$dy = +x\,(d\Omega + \cos i\, d\lambda) - z\,[di\cos\Omega + \sin i\sin\Omega\, d\lambda]$$

Vergleicht man dies mit (8), so ergiebt sich, dass die zweiten Glieder auf der rechten Seite vollständig in Rechnung gezogen erscheinen, wenn gesetzt wird:

$$d\Omega + \cos i\, d\lambda = 0$$

$$-di\sin\Omega + \sin i\cos\Omega\, d\lambda = \frac{\alpha_1}{V_0}$$

$$+di\cos\Omega + \sin i\sin\Omega\, d\lambda = \frac{\beta_1}{V_0}$$

woraus sich durch Auflösung ergiebt:

$$\left.\begin{aligned} V_0\, di &= \beta_1\cos\Omega - \alpha_1\sin\Omega \\ V_0\sin i\, d\lambda &= \beta_1\sin\Omega + \alpha_1\cos\Omega \\ -V_0\, tg\, i\, d\Omega &= \beta_1\sin\Omega + \alpha_1\cos\Omega \end{aligned}\right\} \quad (9)$$

Es sind dies dieselben Gleichungen, welche Villarceau auf viel umständlicherem Wege erhalten hat. Man kann noch bemerken, dass nach der getroffenen Festsetzung über die Richtung der Coordinatenaxen

$$\alpha_1 = \Delta\delta\,, \quad \beta_1 = \cos\delta\cdot\Delta\alpha$$

ist, wo $\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$ die Eigenbewegungen in Rectascension bezw. Declination bedeuten.

Wir haben nun noch den Einfluss des dritten Gliedes zu betrachten unter der Voraussetzung, dass die Wirkung der übrigen entweder berücksichtigt worden ist oder vernachlässigt werden kann. Bezeichnet man dann mit ξ und η die Coordinatenwerthe in dem Falle, dass die fraglichen Glieder nicht vorhanden wären und setzt weiter zur Abkürzung:

$$m = \alpha_1 \frac{D(\tau)}{V_0} \mu; \quad n = \beta_1 \frac{D(\tau)}{V_0} \mu$$

so werden die Gleichungen jetzt einfach

$$x = \xi + m; \quad y = \eta + n \tag{10}$$

Hier sind die m und n Constanten. Da die ξ und η (welche der Kürze wegen kurz ungestörte Werthe genannt werden sollen) der Gleichung einer Ellipse genügen, so thun dies auch die x und y. Während aber erstere dem Keplerschen Flächensatz entsprechen, thun dies die letzteren nicht. Bezeichnet man die beobachteten und die ungestörten Positionswinkel und Distanzen mit p und ϱ bezw. p_0 und ϱ_0, so hat man nach (10)

$$\varrho_0 \cos(p - p_0) = \varrho - m \cos p - n \sin p$$
$$\varrho_0 \sin(p - p_0) = \quad - m \sin p + n \cos p$$

Werden die zweiten Potenzen der als sehr klein anzusehenden Grössen $\frac{m}{\varrho}$ und $\frac{n}{\varrho}$ fortgelassen, so hat man

$$\left.\begin{aligned} p_0 - p &= \frac{m}{\varrho} \sin p - \frac{n}{\varrho} \cos p \\ \varrho_0 - \varrho &= - m \cos p - n \sin p \end{aligned}\right\} \tag{11}$$

Die durch die Verschiedenheit des Lichtgeschwindigkeiten für beide Componenten eines Doppelsternes entstehende Un-

gleichheit hat also die Form (11) und kann aus den Beobachtungen ermittelt werden.

Betrachtet man die scheinbare Bewegung, so ist diese durch den Ausdruck:

$$\varrho^2 \frac{dp}{dt} = c + m\frac{dy}{dt} - n\frac{dx}{dt}$$

gegeben. Hierin ist $c = \varrho_0^2 \frac{dp_0}{dt}$. Aus den beobachteten Coordinatenwerthen kann man die Coefficienten β, γ, δ, ε, ζ in der Gleichung der scheinbaren Ellipse:

$$\beta x^2 + \gamma y^2 + 2\delta x y + 2\varepsilon x + 2\zeta y - 1 = 0 \quad (12)$$

bestimmen und hieraus die geometrischen Elemente derjenigen Ellipse, deren Projection (12) ist und die so liegt, dass der Coordinatenanfang die Projection eines ihrer Brennpunkte ist. Mit Hülfe der solchergestalt berechneten Bestimmungsstücke können auf die leichteste Weise die jedem Positionswinkel und zugehöriger Distanz entsprechende wahre und excentrische Anomalie v und E gefunden werden. Diese Winkel sind hier durch rein geometrische Beziehungen vollkommen bestimmt. Ihre Abhängigkeit von der Zeit wird aber nicht durch die Keplersche Gleichung vermittelt, sondern durch eine andere, die aufgesucht werden soll. Bezeichnet noch b die kleine Halbaxe und $e = \sin\varphi$ die Excentricität der Ellipse, deren Projection beobachtet wird, so ist:

$$r\cos(v+\lambda) = -a\,e\cos\lambda + a\cos\lambda\cos E - b\sin\lambda\sin E$$

$$r\sin(v+\lambda)\cos i = \cos i\,\{-a\,e\sin\lambda + a\sin\lambda\cos E + b\cos\lambda\sin E\}$$

Setzt man also:

$$B = a\,\{(m\sin\Omega - n\cos\Omega)\cos\lambda + \sin\lambda\cos i\,(m\cos\Omega + n\sin\Omega)\}$$

$$C = b\,\{-(m\sin\Omega - n\cos\Omega)\sin\lambda + \cos\lambda\cos i\,(m\cos\Omega + n\sin\Omega)\}$$

so wird die obige Gleichung:

$$\varrho^2 \frac{dp}{dt} = c + \left\{C \cos E - B \sin E\right\} \frac{dE}{dt}$$

und da $\varrho^2 \frac{dp}{dt} = a\,b \cos i\,(1 - e \cos E) \frac{dE}{dt}$ ist, so hat man:

$$\frac{dE}{dt}\left\{a\,b \cos i\,(1 - e \cos E) + B \sin E - C \cos E\right\} = c$$

Bei der Integration wird man zu berücksichtigen haben, dass für $E = 0$, $t = \tau$ wird, wenn τ die Zeit des Durchganges durch das scheinbare Periastron bedeutet. Es ist demnach:

$$c\,(t - \tau) = ab \cos i\,(E - e \sin E) + B\,(1 - \cos E) - C \sin E$$

Diese Gleichung regelt die scheinbare Bewegung in dem beobachteten Doppelsternsystem. Es geht hieraus hervor, wie sich die Bewegung infolge des untersuchten Aberrationseinflusses ändert und dass diese Veränderung bemerkbar ist, während die constante Veränderung der Bestimmungsstücke der Ellipse als deren Projection (12) zu gelten hat, sich in den Beobachtungen im Allgemeinen nicht geltend machen kann. Ich sage im Allgemeinen, weil sich Fälle anführen lassen, in welchen auch die rein geometrischen Verhältnisse in höchst auffallender Weise umgestaltet werden können. Diese treten ein, wenn m und n so beschaffen sind, dass der Hauptstern ausserhalb der durch (12) bestimmten Ellipse zu liegen scheint. Dass dieses Vorkommniss möglich ist und, sobald die Bahnebene des Doppelsternes mit dem Visionsradius zusammenfällt, strenge genommen immer eintritt, zeigt, in welch höchst merkwürdiger Weise sich eine Verschiedenheit in der Geschwindigkeit des Lichtes beider Sterne äussern kann.

Nach den Untersuchungen des Herrn Ebert ist allerdings zu erwarten, dass der besprochene optische Einfluss immer

äusserst gering und in den bisher bekannten Systemen wohl kaum in die Erscheinung treten wird. Seine Grösse hängt wesentlich, wie es bei den *m* und *n* der Fall ist, von der Eigenbewegung und der Parallaxe des Doppelsternes ab. Nur wenn erstere sehr gross, letztere klein und die Helligkeit beider Componenten sehr verschieden ist, könnte man eventuell erwarten, durch die Beobachtungen der Doppelsterne die Frage nach der Abhängigkeit der Lichtgeschwindigkeit von der Intensität zu fördern.

Betrachten wir beispielsweise das Siriussystem. Hier ist der Hauptstern etwa 16000 mal heller als der Begleiter, die jährliche Eigenbewegung ist 1.″31 und seine Parallaxe $\frac{1}{8}''$, was einer Lichtzeit von 16 Jahren entspricht. Die Untersuchungen des Herrn Ebert haben ergeben, dass bei einem Helligkeitsverhältnisse zweier Lichtquellen von 33 : 1, die Veränderung der Lichtgeschwindigkeiten um nicht mehr als 1 : 500,000 ihres Werthes betragen könne. Nimmt man, wie es auch Herr Ebert beispielsweise thut, an, dass bei dem erwähnten Helligkeitsverhältnisse (33 : 1) sich die Lichtgeschwindigkeit gerade um jenen Grenzbetrag (1 : 500,000) ändert und dass diese Aenderung proportional mit dem Helligkeitsquotienten vor sich geht, so würde in der Bahnbewegung des Siriusbegleiters eine periodische Ungleichheit mit dem Coefficienten 0.″02 hervortreten. Als zweites Beispiel mag ein Stern 2. Grösse als Hauptstern und ein solcher 12. Grösse als Begleiter angenommen werden. Die Lichtzeit mag entsprechend einer Parallaxe 0.″08 zu 40 Jahren, die jährliche Eigenbewegung zu 5″ angesetzt werden. Unter denselben Annahmen wie oben wird, da der Helligkeitsquotient 10000 ist, der Coefficient der optischen Ungleichheit 0.″12, ein auf den ersten Blick sehr ansehnlicher Betrag. Man darf aber nicht vergessen, dass hier ein Zusammentreffen günstiger Umstände angenommen worden ist, wie es allerdings durchaus nicht unmöglich, aber doch nicht gerade sehr wahr-

scheinlich ist. Ferner muss aber daran erinnert werden, mit welchen grossen Schwierigkeiten die Ausmessung eines Doppelsternes mit so ungleich hellen Componenten verknüpft ist, und dass auch die gemachte Annahme, dass überhaupt eine Verschiedenheit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit von dem angegebenen Betrage bestehe und namentlich dass diese proportional mit der Helligkeit wachse, völlig willkürlich war. Immerhin muss aber vom theoretischen Gesichtspunkte aus die Möglichkeit zugegeben werden, dass die Beobachtung hierzu günstiger Doppelsterne gewisse Grenzwerthe ergeben kann. In der Praxis liegt freilich bekanntlich, wegen der sehr beschränkten Genauigkeit, welche namentlich systematische Beobachtungsfehler in diesem Theile der beobachtenden Astronomie gestatten, die Sache anders.

Zur Abhandlung des Herrn Dr. Nisson Katzenelsohn:

Über den Einfluss der Temperatur auf die Elastizität der Metalle

von Andreas Miller
in München.

(*Eingelaufen 9. Februar.*)

Herr N. Katzenelsohn ist bei seiner Untersuchung:[1]) „Über den Einfluss der Temperatur auf die Elastizität der Metalle" auf ein Ergebnis gekommen, das in quantitativer Hinsicht beim Eisen von jenem Resultate ziemlich erheblich abweicht, welches ich in einer Arbeit: „Untersuchung[2]) über den Einfluss der Temperatur auf Äusserungen der Molekülarkräfte" bezüglich desselben Stoffes gefunden habe. Dieser Umstand hat Katzenelsohn veranlasst, gegen meine Arbeit einige Einwände zu erheben, indem er glaubt, hiedurch die Abweichung der von ihm beim Eisen gewonnenen Zahl von der meinigen erklären zu können. Ebenso wendet er sich gegen die mit meinen Ergebnissen mehr übereinstimmenden Resultate der Herren F. Kohlrausch und Loomis[3]), sowie gegen dasjenige von Pisati.

Während nämlich Katzenelsohn findet, der longitudinale Elastizitätsmodul des Eisens ändere sich zwischen 0° und

1) Inaugural-Dissertation Berlin. 1887.

2) Sitzungsberichte der math.-phys. Klasse der k. bayr. Akademie der Wissenschaften. 1882. Heft 4.

3) Poggendorffs Annalen. Bd. 141. 1870.

100° C um 2,33%, fand ich 4,28%, Herr F. Kohlrausch und Loomis gar 5%. Ich darf gleich vorausschicken, dass Herr F. Kohlrausch und ich mit käuflichen Eisendrähten experimentierten. Katzenelsohn experimentierte mit einer Wiener Claviersaite und nennt sein Versuchsmaterial bald Eisen bald Stahl. Aus der von ihm angegebenen chemischen Analyse sowohl — 99,6% *Fe* — als auch aus dem gefundenen Elastizitätsmodul — 19024 bei ca. 18° C — muss man jedoch schliessen, dass er thatsächlich mit Eisen arbeitete. Mein Draht war nicht, wie der Katzenelsohns, ausgeglüht. Ich habe absichtlich mit nicht durchgeglühtem Drahte gearbeitet. Katzenelsohn selbst findet, dass der Elastizitätsmodul nicht ausgeglühter Drähte durch die Wärme etwas stärker geändert wird als der ausgeglühter. Ob der Normalzustand bei meinen Versuchen in dem Masse, wie bei jenen Katzenelsohns, erreicht worden, bezweifelt letzterer; es mag dieses Bedenken einige Berechtigung haben.

Herr Katzenelsohn scheint nun der Meinung zu sein, dass die angeführten Umstände die Abweichung in den Ergebnissen nicht genügend aufzuklären vermögen und ich kann mich dieser Ansicht vollständig anschliessen, indem ja noch andere Umstände eine Abweichung der Ergebnisse bedingen können.

Auch Katzenelsohn sucht nach weiteren Ursachen. Er behauptet nämlich: in meinen Versuchen seien bleibende Streckungen aufgetreten und glaubt, unter dieser Annahme die Ergebnisse unserer Versuche quantitativ näher bringen zu können. Den Einwand halte ich für unzutreffend und werde dies darzuthun versuchen. Alsdann werde ich auch noch meine Vermutungen über fernere Gründe der Abweichung kurz andeuten.

Die Annahme Katzenelsohns, dass in meinen Versuchen bleibende Streckungen vorhanden seien, kann ich, so zweifellos dies K. auch hält, durchaus nicht zugeben und muss die von K. auf Seite 66 seiner Arbeit dargelegte Auf-

fassung meiner Differenzen $b - a$ und $b - c$ als unzutreffend bezeichnen.

Ich darf zur Erhärtung dessen nur auf Tabelle VIII und IX (Seite 442 u. d. f.) meiner Arbeit (Zitat 2) und zwar je die Gruppe I hinweisen. Am 19. Februar 1882 nämlich war die Temperatur des Drahtes 98,33° C, die des Apparates 8,33° C; der Skalenzeiger stand auf dem Teilstrich $a_1 = 105{,}9$. Die an diesem Tage vorgenommenen elastischen Dehnungen $(b - a)$ und Verkürzungen $(b - c)$ waren von elastischen Nachwirkungen bei jeder Versuchsgruppe begleitet; deren Summe (Rubrik 11) war $\sum_1^n A' = 12$ Skalenteile mindestens. Am 21. Februar 82 war die Temperatur des Drahtes 98,94°, die des Apparates 7,15°. Der Skalenzeiger hätte somit der Gl. 27) entsprechend auf dem Teilstrich 105,5 stehen sollen; er stand thatsächlich auf 106,8, also nur um 1,3 Skalenteile tiefer, als es die Rechnung verlangt. Somit können obige 12 Skalenteile nicht bleibende Streckungen gewesen sein, sonst hätten innerhalb ca. 50 Stunden nicht mindestens $12{,}0 - 1{,}3 = 10{,}7$ Skalenteile davon verschwinden können. Es ist nach meinen Erfahrungen sogar anzunehmen, dass die 1,3 Sktl. nach längerer Zeit auch verschwunden wären. Diese Verlängerung von 12 Sktl. ist eben vorübergehender Natur. Ich halte sie identisch mit der elastischen Nachwirkung. Vielleicht ist dieser Name nicht ganz bezeichnend, weil die 12 Sktl. nicht nach der elastischen Dehnung entstehen, sondern neben oder während derselben. Es wäre daher der Name „Nebenwirkung" vielleicht besser gewählt gewesen. Weil ich aber glaube, dass der Erscheinung derselbe innere Vorgang zu grunde liegt, den man ziemlich allgemein für die elastische Nachwirkung annimmt, nämlich eine Drehung der Moleküle, so glaubte ich den schon bestehenden Namen auch für diese Erscheinung verwenden zu sollen. Indes muss bemerkt werden, dass der Draht vor den

Hauptversuchen durch Belastungen, weit grösser als die angewendeten, bleibend gestreckt worden war. Durch das Vorstehende dürfte der von Katzenelsohn erhobene Einwand, bei meinen Dehnungsversuchen hätten sich bleibende Streckungen eingestellt, als unzutreffend erwiesen sein. Da jedoch Katzenelsohn diese seine Behauptung aus meinen Versuchen in scheinbar sehr einleuchtender Weise zu begründen sucht, so muss ich, um den Widerspruch zwischen meiner vorigen Darlegung und der Katzenelsohns vollständig aufzuklären, auf diesen Punkt weiter eingehen.

Die Thatsache, welche meine Versuche ergeben haben, nämlich dass $(b-a)-(b-c)=c-a$ dem Werte 0 sich nähert, verleitet K. vornehmlich zu seiner Behauptung. Nun muss ich aber darauf hinweisen, wie „bleibende Streckungen" und „vorübergehende Nebenwirkungen" trotz ihrer fast ganz gleichen Entstehungsart und äusseren Erscheinung sich doch wesentlich unterscheiden, denn vermutlich hat in der Verkennung dieses Unterschiedes der in Rede stehende scheinbar ziemlich nahe liegende Einwand seine Wurzel.

Schon vor 16 Jahren habe ich gerade mit Eisendrähten Streckungsversuche vorgenommen. Der Draht wurde bei 16°C 15 Minuten lang stark belastet, dann entlastet bis auf einen zum Geradehalten nötigen Betrag. Der grösste Teil der elastischen Nachwirkung war 10 Minuten nach der Entlastung verschwunden; jetzt wurde wieder an einer Spiegelskala abgelesen. Alsdann wurde der Draht mit demselben Gewicht wieder $^1/_4$ Stunde belastet und nachher entlastet, und wieder nach Umfluss von 10′ abgelesen u. s. f. Auf diese Weise ergaben sich u. a. die elastischen Dehnungen ε und die zugehörigen bleibenden Streckungen β, nämlich:

$\varepsilon =$ 245,2; 243,8; 244,0; 244,2; 244,5.
$\beta =$ 16,0; 4,2; 2,7; 1,9; 1,1 in Skalenteilen.

Bei denjenigen meiner Versuche, auf welche sich die

Beanstandungen des Herrn Katzenelsohn beziehen, wurde nach jeder völligen Be- und Entlastung sofort abgelesen, und es zeigen sich anfangs grössere Differenzen $c - a$, die bei ununterbrochener Fortsetzung des Be- und Entlastens rasch gegen 0 abfallen. Lässt man aber den Draht nur ganz kurze Zeit, etwa nur 1 Minute ruhen und wiederholt die vorige Versuchsgruppe in ganz der gleichen Weise mit derselben Belastung, so zeigt sich sofort der Unterschied zwischen der vorübergehenden Nebenwirkung $c - a$ und der bleibenden Streckung β. Während oben nach jeder 10 Minuten langen Ruhe des Drahtes in der gleichen Zeit immer kleinere Verlängerungen β (Streckungen) sich zeigen, tritt hier nach einer Ruhe des Drahtes von etwa 5 Minuten wieder eine Nebenwirkung $(c - a)$ bei der ersten Dehnung auf, die den Betrag der Nebenwirkung $(c - a)$ bei der ersten Dehnung der unmittelbar vorhergegangenen Versuchsgruppe oft bis zur Hälfte und darüber, ja sogar gänzlich erreicht. Es hängt dieser Betrag nicht unwesentlich von der Dauer der Ruhe des Drahtes ab. Diesen Punkt habe ich in meiner Arbeit[4]) „Ein Beitrag zur Kenntnis der Molekülarkräfte" einigermassen aufzuhellen versucht. Ich teile hier zum Beweise des Vorhergehenden aus meiner in Rede stehenden Arbeit (Zitat 2) einige Zahlen mit. Ich wähle solche Versuchsgruppen aus, bei denen paarweise gleiche oder doch nahezu gleiche Temperaturen bestehen; denn die Temperatur ist von ganz erheblichem Einflusse auf die Nebenwirkung $(c - a)$. Das Eisendrahtindividuum war immer dasselbe.

4) A. Miller. Sitzungsberichte der math.-phys. Klasse der k. bayr. Akademie der Wissenschaften. 1885. Heft 1.

Aus Tabelle:	III		IV		V	
und zwar aus Gruppe:	III	IV	II	III	Ia	Ib
Temperatur:	0° C	0° C	18,1	18,8	98,54	98,54
Nebenwirkung nach der:	$c-a$	$c-a$	$c-a$	$c-a$	$c-a$	$c-a$
1. Dehnung u. Verkürzung:	0,6	0,7	2,1	1,1	2,7	2,2
2. „ „ „	0,1	0,0	0,7	0,2	0,3	0,0
3. „ „ „	0,0	0,0	0,2	0,2	0,3	0,0
4. „ „ „	0,0	0,1	0,3	0,3	0,2	0,0
5. „ „ „	0,0	0,0	0,1	−0,1	0,2	0,0
6. „ „ „	—	—	0,1	—	0,0	0,0
7. „ „ „	—	—	0,0	—	—	—
Elastische Dehnung:	77,1	77,0	145,4	145,7	148,0	148,0

Aus diesen und den vorigen Zahlen dürfte der Unterschied in dem Charakter der Streckung und der Nebenwirkung sich klar ergeben. Während nach jeder Streckung des Drahtes die Abnahme der Verlängerungen β, die gleichen Zeiten entsprechen, sich fortsetzt, vergrössert sich die Nebenwirkung $(c-a)$ nach jeder Ruhe des Drahtes wieder ganz erheblich, selbst wenn sie in der vorhergehenden Gruppe auf 0 sogar gesunken war. Zwischen Gruppe III und IV liegt eine Ruhezeit von etwa 5—10 Minuten, zwischen II und III von ca. 24 Stunden, zwischen Ia und Ib etwa 5 Minuten.

Bei der Streckung tritt also der deformierte Körper in einen neuen Gleichgewichtszustand, bei dem Auftreten der Nebenwirkung jedoch nicht. Der Draht ändert während und infolge der Entstehung der letzteren seinen elastischen Zustand. Bei der Streckuug scheint dies nicht der Fall zu sein. Dass die elastische Nach- resp. Nebenwirkung bei den

unmittelbar folgenden Deformationen, wie K. meint, in gleicher Weise, wie bei der ersten wirken soll, scheint mir mit den bisherigen Erfahrungen über diese Erscheinung nicht in Einklang zu stehen. Die diesbezügliche Äusserung Katzenelsohns lässt vermuten, es sei ihm entgangen, dass bei meinen Versuchen zwischen den einzelnen Beobachtungen einer Versuchsgruppe keine Ruhepause liegt, wohl aber zwischen den Versuchsgruppen. Dass Temperaturschwankungen während einer Versuchsgruppe einen wesentlichen Einfluss auf das Beobachtungsergebnis gehabt haben sollen, glaube ich nirgends besonders hervorgehoben zu haben, da ja dieser Einfluss durch die Versuchsweise ausgeschieden ist.

Ich habe bisher nur jene meiner Arbeiten zur Beschaffung des Beweismaterials benützt, auf die sich die Bemerkungen Katzenelsohns direkt beziehen. Hinsichtlich anderer Substanzen als Eisen, liesse sich Material aus meiner im Zitat 4) bezeichneten Arbeit beschaffen.

Ich glaube somit im Vorangehenden dargethan zu haben, dass der Einwand Katzenelsohns, bei den von mir erzeugten Dehnungen seien bleibende Streckungen aufgetreten, nicht begründet ist.

Herr Katzenelsohn scheint ferner der Meinung zu sein, die prozentische Änderung der Elastizität mit der Temperatur sei aus den Mittelwerten der Dehnungen bei der niedersten und höchsten Temperatur berechnet werden. Dies wäre ein Missverständnis. Dieser Prozentsatz wurde überhaupt nicht aus der Anfangs- und Endtemperatur, sondern aus dem Koeffizienten der Gleichung 69), nämlich $\gamma = 0{,}0004277$ berechnet. Der Wert von γ wurde aber auch nicht aus den erwähnten Mittelwerten, sondern aus den Zahlen A_1 (Rubrik 10) bestimmt, also aus jenen Werten, aus denen auch Katzenelsohn, wie mir scheint, den Prozentsatz bestimmt wissen will.

Indes habe ich in einer späteren Arbeit[5]) als diejenige, auf welche sich die Einwände des Herrn Katzenelsohn beziehen, auch mit Eisen und anderen Substanzen Versuche über den Einfluss der Temperatur auf die Elastizität angestellt. Es folgt eine Zusammenstellung der Ergebnisse dieser Untersuchung bezüglich der prozentischen Änderung der Elastizität mit der Temperatur mit den Resultaten der Untersuchung gleicher Art von Katzenelsohn und F. Kohlrausch etc. Hiezu muss aber ausdrücklich bemerkt werden, dass bei diesen meinen Versuchen jedesmal geprüft worden ist, ob die elastischen Dehnungen bleibende Streckungen oder nur vorübergehende Nebenwirkungen zurückgelassen haben. Nur bei Zink haben sich höchst wahrscheinlich, aber durchaus nicht ausschliesslich, bleibende Streckungen ergeben. Indes können diese Streckungen bei meiner Art der Messung gar keinen Einfluss auf diese selbst üben.

Substanz	Katzenelsohn	Miller	Kohlrausch
Platin	— 0,89%	— 1,97%	—
Eisen	— 2,33 „	— 3,76 „	— 5,0%
Messing	— 4,21 „	— 4,73 „	— 6,2 „
Neusilber	— 3,24 „	— 6,54 „	—
Silber	— 3,97 „	— 7,78 „	—
Kupfer	— (2,7 bis 3,0)	— 9,98 „	— 6,0 „
Zink	—	— 33,0 „	—
Blei	—	— 47,0 „	—

Man sieht, dass die von mir gefundenen Werte durchwegs grösser sind, als die des Katzenelsohn. Sie nähern sich mehr den Werten, die Katz. bei der Torsion gefunden hat.

5) A. Miller, Abhandlungen d. k. bayr. Akademie der Wissenschaften, II. Cl. XV. Bd. III. Abt. S. 707.

Damit glaube ich gezeigt zu haben, dass auch diese Einwände Katzenelsohns gegen meine Arbeit nicht stichhaltig sind, sowie dass seine Art, eine Übereinstimmung zwischen unseren Ergebnissen anzubahnen, der thatsächlichen Grundlagen entbehrt. Ich gehe nun dazu über, anzudeuten, wo etwa nach meiner Ansicht die Ursache der Abweichung gesucht werden könnte. Unsere Ergebnisse unterscheiden sich nur in der Quantität, stimmen aber völlig in der Qualität überein; denn auch Herr Katzenelsohn kam auf dieselbe Beziehung zwischen der Änderung der Elastizität durch die Wärme und dem Schmelzpunkte einer- und dem therm. Ausdehnungskoëffizienten anderseits, wie schon vorher ich. Doch muss in der Art der Untersuchung des Stoffes, dann der Versuchsanordnung ein wesentlicher Unterschied bestehen. Während mir nämlich bei weichen Metallen die Versuche fast ohne jede Schwierigkeit gelungen sind, berichtet Katz. hierüber das Gegenteil. Dieser Unterschied scheint mir zunächst in der Wahl des Zeitmomentes der Ablesung zu liegen. Ich lese sogleich nach jeder Be- und Entlastung ab und gestatte dem Drahte innerhalb einer Versuchsgruppe keine Ruhepause; Katzenelsohn lässt, wie es scheint, die Nachwirkung wenigstens grossenteils verschwinden, liest also jedenfalls erst einige Zeit nach der völligen Be- und Entlastung ab. In den von mir gemessenen elastischen Dehnungen sind Verlängerungen infolge von Nach- oder Nebenwirkung nicht enthalten; die von Katzenelsohn gemessenen Verlängerungen scheinen nicht bei allen Metallen hievon völlig frei zu sein. Ich bestimme überhaupt den sekundären Elastizitätsmodul,[6]) der die Änderung berücksichtiget, welche die Elastizität eines Körpers während der Dehnung erfährt; Katzenelsohn bestimmt den gewöhnlichen Elastizitätsmodul, der

6) A. Miller, Abhandlungen der k. bayr. Akademie der Wissenschaften, II. Cl. XV. Bd. III. Abt. § 1.

diese Änderung ausser acht lässt. Welch ein Unterschied aber in den Werten des sekundären Elastizitätsmoduls, den ich aus der 4. und 5. Dehnung und Verkürzung berechne, und des gewöhnlichen Elastizitätsmodul, wie ich den aus der ersten Dehnung bestimmten Modul nannte, besteht, mögen folgende Zahlen darthun, die ich[7]) bei Kupfer gewonnen habe. Dabei bedeutet π_1 die ständige Belastung pro Quadratmillimeter und π_2 die Belastungsmehrung auf dieselbe Flächeneinheit des Querschnittes in Kilogrammen. E'_0 ist der gewöhnliche Elastizitätsmodul, also aus der ersten Dehnung berechnet, E_0 der sekundäre, also aus etwa der 4. und 5. Dehnung und Verkürzung berechnete. Alle Modul sind auf die Temperatur 0^0 reduziert. Die Versuche wurden an verschiedenen Tagen ausgeführt, weshalb das Datum des Versuches beigesetzt ist.

Datum der Beobachtung: 1. Februar 1887, 4. Febr. 1887.

$\pi_1 = 15{,}8280$; $\pi_2 = 7{,}3938$; $E'_0 = 13137$; $E'_0 = 12559$.

$\pi_1 = 15{,}8280$; $\pi_2 = 7{,}3938$; $E_0 = 13495$; $E_0 = 13548$.

Also $E'_0 < E_0$; was aber hier wichtiger, das ist der Unterschied in den Werten von E'_0 und E_0 an verschiedenen Tagen bei der gleichen Temperatur an demselben Drahtexemplar, bei denselben Belastungen π_1 und π_2. Während, auf die zweiten Werte bezogen, sich E'_0 in ca. 3 Tagen um 4,6% änderte, betrug die Änderung von E_0 nur 0,4%, so dass E_0 als unverändert betrachtet werden darf. Die Änderung von E'_0 ist also 11,5 mal grösser als jene von E_0; von Zufälligkeiten kann kaum die Rede sein. Zudem ändern sich E'_0 und E_0 von einem Beobachtungstag auf den nächsten in ungleichem Sinne. Bei dem gewöhnlichen Elastizitätsmodul spielen die Zeit und die einer Deformation vorhergehenden, an dem Körper vorgenommenen Dehnungen eine Rolle, bei dem se-

7) Abhandlungen der k. bayr. Akademie der Wissenschaften, II. Cl. XVI. Bd. III Abt. 1888.

kundären scheint dies selbst dann nicht der Fall zu sein, wenn der Draht nicht ausgeglüht worden ist.[8]) Aus derselben Arbeit von mir (Zitat 7) entnehme ich noch Beobachtungsmaterial zu einer anderen Zusammenstellung, die zeigen soll, welchen Einfluss die Werte von π_1 und π_2 auf jene von E_0 und E'_0 haben. Das Versuchsmaterial ist der gleiche Kupferdraht, wie bei der vorigen Zusammenstellung.

$$\pi_1 = 15{,}8280 \begin{cases} \pi_2 = 3{,}5813; & E_0 = 14210; \quad E'_0 = 12542. \\ \pi_2 = 7{,}3938; & E_0 = 13495; \quad E'_0 = 12945. \end{cases}$$

$$\left.\begin{matrix} \pi_1 = 3{,}6526 \\ \pi_2 = 15{,}8280 \end{matrix}\right\} \pi_2 = 5{,}5527; \begin{cases} E_0 = 13475; & E'_0 = 13066. \\ E_0 = 13727; & E'_0 = 13137. \end{cases}$$

Man sieht, dass sich E_0 und E'_0 sogar in verschiedenem Sinne bei der Änderung von π_2 ändern können. Solche Verhältnisse, wie Kupfer, zeigen auch andere Metalle, wenn auch nicht alle in so scharf ausgesprochener Weise, weil nicht alle eine so bedeutende Nebenwirkung wie das Kupfer haben, also nicht ihre Elastizität wie dieses während der Dehnung ändern. Wenn nun aber solche Unterschiede schon bei Versuchen, die unter sonst gleichen Umständen an demselben Material, ja sogar an dem gleichen Individuen angestellt wurden, bei der Temperatur 0° auftreten, welche Unterschiede mag die Art der Untersuchung bedingen, wenn die Temperatur 100° C ist, bei welcher sicher die Nebenwirkung viel grösser ist, als bei 0°. Zudem kommt, dass die von mir gefundenen sekundären Elastizitätsmodul beträchtlich grösser sind, als die von Katzenelsohn gefundenen, gewöhnlichen Modul. Nur Eisen macht eine Ausnahme.

In Ziff. II auf Seite 35 weist Herr Katzenelsohn darauf hin, dass die Änderung der Elastizität mit der Temperatur sehr schnell zunimmt. Die Änderung des sekundären Elastizitätsmodul ist von mir, den Versuchsergebnissen entsprechend,

8) Siehe § 15 der eben zitierten Abhandlung.

proportional der Temperatur genommen worden. Nehme ich in meinen Versuchen mit Eisen die erste Dehnung, so neigt bei höheren Temperaturen der hieraus sich berechnende Elastizitätsmodul, den ich den gewöhnlichen nannte, ebenfalls einer rascheren Änderung zu.

Die Mehrbelastungen bei Katzenelsohns Versuchen, der, nebenbei gesagt, sehr dünne Drähte benützte, und die meinigen sind zum Teil erheblich verschieden. Die ständigen Belastungen konnten nur beim Eisen verglichen werden, da Katzenelsohn sie nur bei diesem angibt. Diese Elemente des Versuches sind aber, wie gezeigt worden ist, von erheblichem Einfluss auf den Wert des Elastizitätsmoduls selbst bei 0° schon. Auch erscheint es mir nicht gänzlich ausgeschlossen, dass sich der Elastizitätsmodul bei der Erwärmung etwas anders ändern könnte als bei der Erkaltung.

Die Versuchsergebnisse von F. Kohlrausch und E. Loomis sowohl, als auch die, wie eben erwähnt, von Katzenelsohn selbst, beweisen, dass die Änderung des gewöhnlichen Elastizitätsmoduls keine lineare Funktion der Temperaturänderung ist. Die Änderung des sekundären Elastizitätsmoduls hingegen konnte nach meinen Versuchen als eine lineare Funktion der Temperaturänderung betrachtet werden. Und da diese Änderung sich durchwegs grösser herausstellt, als die des gewöhnlichen Elastizitätsmoduls, wie ihn Kaszenelsohn gefunden hat, so scheint mir die Annahme einigermassen berechtiget: dass der Einfluss der Wärme auf den gewöhnlichen und sekundären Elastizitätsmodul zwar nicht qualitativ, aber quantitativ verschieden ist.

Wenn dem aber so wäre, alsdann müsste ein Vergleich der von Herrn Katzenelsohn und von mir gefundenen hier in Rede stehenden Werte überhaupt ausgeschlossen sein. Jede der beiden Arbeiten könnte für sich auf die Richtigkeit ihrer Resultate Anspruch erheben.

Der gewöhnliche Elastizitätsmodul, nach der üblichen

Art der Berechnung, ist kleiner als der sekundäre. Werden die Temperaturen als Abscissen und die zugehörigen Dehnungen als Ordinaten aufgetragen, so liefern diejenigen Dehnungen, aus welchen der gewöhnliche Elastizitätsmodul berechnet wird, eine Kurve, die der Abscissenaxe die konvexe Seite zuwendet, die Dehnungen aber, welche dem sekundären Elastizitätsmodul angehören, fast eine Gerade, die der Abscissenachse näher liegt als die Kurve und diese vermutlich nicht schneidet. Es frägt sich nun, welcher von den beiden Moduln für die Beurteilung des elastischen Zustandes eines Körpers entscheidend ist!

Wie dem aber auch sei, soviel scheint mir aus meinem Vergleiche der hier in Rede stehenden Untersuchungen hervorzugehen, dass noch verschiedene Vorfragen zu lösen sind, bevor an eine entscheidende quantitative Feststellung des für die theoretische Physik so wichtigen Einflusses der Wärme auf die Elastizitätsverhältnisse der Körper gegangen werden kann.

Sitzung vom 2. März 1889.

1. Herr P. Groth legt eine von Herrn Eugen Blasius verfasste Abhandlung: „über die Beziehungen zwischen den Theorien der Krystallstructur und über die systematische Eintheilung der Krystalle“ vor.

2. Herr W. v. Gümbel spricht „über das Erdbeben in Neuburg a. D. vom 22. Februar dieses Jahres“.

Ueber die Beziehungen zwischen den Theorien der Krystallstructur und über die systematische Eintheilung der Krystalle;

von Eug. Blasius.

(*Eingelaufen 2. März.*)

Einleitung:

Historische Uebersicht.

In den letzten Jahren ergaben sich verschiedene Umstände, die von Bedeutung für die Theorie der Krystallstructur sind. Namentlich stellte sich heraus, dass die Theorie von Herrn Sohncke, so wie sie in seinem Werke „Entwickelung einer Theorie der Krystallstruktur“ 1879 niedergelegt war, erweiterungsfähig ist, und dass ihr Ausbau, wenn nicht nothwendig, so doch höchst geeignet erscheint, um einige

unbequeme Ausnahmefälle zu beseitigen. Ausserdem hat noch gelegentlich der Discussion, die über diesen Gegenstand stattfand, Herr Wulff eine weitere Theorie entwickelt, die jetzt neben der erweiterten Sohncke'schen der älteren Frankenheim-Bravais'schen Theorie gegenübersteht.

Zum Verständniss der folgenden Betrachtungen wird es nothwendig sein, auf den wesentlichen Gedankengang der drei Theorien einzugehen.[1]) Es sollen dann die Beziehungen zwischen denselben angewandt werden, um die eine für die andere nutzbar zu machen und Mängel zu beseitigen, die, wie wir sehen werden, fast überall noch vorhanden sind.

Bravais veröffentlichte seine Theorie in mehreren sehr umfangreichen Abhandlungen.[2]) In einem wichtigen Punkte stimmten seine Resultate mit früher veröffentlichten Ansichten von Frankenheim überein, nämlich soweit sie sich auf die sogenannten parallelepipedischen Raumgitter bezogen. Diese, die man am kürzesten als Gesammtheit der Schnittpunkte dreier Systeme von parallelen äquidistanten Ebenen definiren kann, bringen verschiedene Eigenschaften der Krystalle recht gut zum Ausdruck. So ist vor allen Dingen eine solche Structur in demselben Sinne homogen, wie die Krystalle, kein Punkt lässt sich von den übrigen unterscheiden. In

1) Diese Erörterungen sind mit Rücksicht auf Leser, welche die eine oder andere der in Betracht kommenden Arbeiten nicht kennen, sehr ausführlich geworden. Derjenige, welcher mit der bezüglichen Literatur vertraut ist, kann die Seiten 48—55 überschlagen.

2) Mémoire sur les polyèdres de forme symétrique. Journal de mathématiques pures et appliquées par Liouville. T. 14. p. 141—180. 1849. (Dazu: Note sur les polyèdres symétriques de la géometrie p. 137—140.)

Mémoire sur les systèmes formés par des points distribués régulièrement sur un plan ou dans l'espace. Journ. d. l'École Polytechnique 33. cahier. T. XIX. 2. p. 1—128. 1850.

Études cristallographiques. Journ. d. l'École Polytechnique 34. cahier p. 1—176. 1851.

denselben Richtungen und Entfernungen, in denen von einem Punkte aus gesehen andere Punkte des Systems liegen, sind auch von einem andern Punkte aus solche vorhanden, und doch sind die verschiedenen Richtungen im Raume nicht untereinander gleichwerthig, wie in einem isotropen Körper. Nur die Raumgitterstructur genügt diesen Anforderungen. Der Umstand, dass zugleich die Structur noch eine der wesentlichsten und auffallendsten Eigenschaften der Krystalle erklärt, nämlich den Zonenzusammenhang der Flächen, oder was das gleiche ist, das Gesetz von der Rationalität der Indices, ist noch besonders hervorzuheben. Die einzige Annahme, die hierbei noch nothwendig ist, ist die, dass eine Krystallfläche eine solche Ebene ist, die drei nicht in einer Geraden liegende Punkte enthält. Da dies der einzige Fall ist, in dem eine Ebene unendlich viele Punkte des Gitters nach verschiedenen Richtungen, d. h. nicht auf einer Geraden gelegen, enthalten kann, so wird man der Annahme einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit zusprechen.

Die Raumgitter als gemeinsame Grundlage der Frankenheim-Bravais'schen Theorie können 14 voneinander unterscheidbare Formen annehmen. Diese zerfallen ihrer Symmetrie nach in 7 Gruppen, entsprechend den Krystall-Systemen, wobei das rhomboëdrische als ein besonderes System und nicht als Hemiëdrie des hexagonalen aufgefasst wird. Abgesehen von der rhomboëdrischen Form, die ja von vielen Autoren für eine hemiëdrische gehalten wird, ist in der Theorie von Frankenheim-Bravais, soweit sie sich auf die Raumgitter stützt, für die Hemiëdrien und verwandte Erscheinungen keine Erklärung möglich; denn wenn auch mehrere von den 14 Formen in ein System gehören, wie z. B. im regulären (3) und im rhombischen (4), so unterscheiden sich diese nicht voneinander wie hemiëdrische oder tetartoëdrische Formen, sondern stellen sämmtlich den holoëdrischen Typus des betreffenden Krystallsystems dar.

Bravais half sich also hierfür, indem er auf die Form der Moleküle zurückging, durch die er die einfachen Punkte im Raumgitter ersetzte, so dass an die Stelle eines Punktes der Schwerpunkt eines mehr oder weniger symmetrischen Moleküles trat. Auf diese Weise ergeben sich natürlich leicht Anordnungen, welche den sämmtlichen bekannten Unterabtheilungen der Systeme entsprechen. Man braucht ja nur, wie Delafosse es gethan hat, den Molekülen die Gestalt zu geben, die ein Krystall der betreffenden Abtheilung selbst haben soll. Allerdings verdeutlicht uns dies Verfahren nur Hemiëdrien u. s. w., die wir auf anderem Wege schon gefunden haben, so dass unzweifelhaft der von Bravais selbst eingeschlagene Weg der wissenschaftlichere ist, nämlich die möglichen Symmetriearten der Moleküle durch allgemeine geometrische Betrachtungen in erschöpfender Weise aufzusuchen.

Viele Jahre später erkannte Herr Sohncke, dass die Art und Weise, wie Bravais die Raumgitter als Structurform für die Krystalle aufgestellt hatte, nicht einwurfsfrei sei. Er fand, dass der Gittertheorie eigentlich zwei Sätze zu Grunde liegen, nämlich:

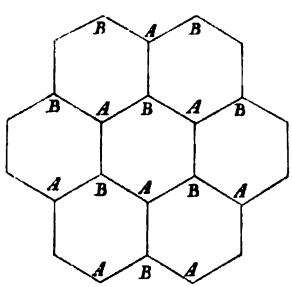
„dass die Punktvertheilung in einem unbegrenzt gedachten krystallinischen Punkthaufen um jeden Massenpunkt dieselbe ist, wie um jeden anderen“

und zweitens:

„dass alle Moleküle einander parallel liegen.“

Die Formulirung des ersten Satzes kann nicht leicht zu Missverständnissen führen. Die Bedeutung des zweiten müssen wir uns etwas genauer ansehen. Da die Form der Moleküle bei der Bravais'schen Theorie erst in zweiter Linie in Betracht kommt, so bezieht sich der Satz, der ja zur Ableitung der Raumgitter dient, nicht auf die Form, sondern auf die gegenseitige Lage der Moleküle, und zwar soll er aussagen, dass das Strahlensystem, welches wir von irgend einem Punkte

aus nach allen übrigen ziehen, nicht nur congruent ist demjenigen von irgend einem andern Punkte aus, sondern dass die homologen Strahlen zweier solcher Systeme auch parallel sind. Ein Beispiel, wo die Bedingung des ersten Satzes erfüllt ist, die des zweiten nicht, bieten uns in der Ebene die Ecken von lückenlos aneinandergelegten regulären Sechsecken (Fig. 1). Alle Punkte A und B zeigen um sich herum die gleiche Anordnung der übrigen, aber die abwechselnden Punkte (A) zeigen diese Anordnung nicht in paralleler Stellung, wie die andern (B). Das System entspricht auch in der That keinem Raumgitter. Die Bedeutung der beiden Grundsätze kann man sich auch auf die Weise klar machen, dass man sich das ganze System beweglich denkt. Kann man nun dasselbe auf einem ihm identischen Systeme so verschieben, dass nicht nur ein beliebiger Punkt P des beweglichen mit einem beliebigen Punkte des festen Systems zur Deckung kommt, sondern auch alle übrigen Punkte des einen mit solchen des andern, so genügt das System (wie das in Fig. 1 gegebene) dem ersten Satze. Kann man dies alles aber ohne Drehung nur durch eine Parallelverschiebung des beweglichen Systems erreichen, so genügt das System zugleich dem zweiten Satze.



(Fig. 1.)

Herr Sohncke legte sich nun die Frage vor, ob man nicht die Beschränkung, die in dem zweiten Satze liegt, fallen

lassen könne und gründete seine umfangreiche Theorie ausschliesslich auf den ersten Satz. Herr Wiener hatte schon vorher auf solche Systeme aufmerksam gemacht, ohne sich indessen eingehender mit deren Theorie zu befassen. Herr Sohncke konnte 65[1]) verschiedene Formen unterscheiden und zwar fanden sich darunter Beispiele, nicht nur für die Holoëdrien, sondern auch für die Hemiëdrien und Tetartoëdrien, so dass die Form der Moleküle nur zur Erklärung von Hemimorphien herbeigezogen werden musste. Eine einzige bekannte Tetartoëdrie, die rhomboëdrische des hexagonalen Systems hat ebenfalls keinen Vertreter unter den Sohnckeschen Punktsystemen. Auf diesen Fall machte erst vor kurzem Herr Wulff[2]) aufmerksam.

Eine unmittelbare Consequenz aus dem Grundsatze, auf dem sich die Sohncke'sche Theorie aufbaut, ist die, dass die Moleküle nicht in dem Sinne untereinander gleichwerthig sind, wie in der Frankenheim-Bravais'schen Theorie. Im Allgemeinen lassen sich nämlich in den Sohncke'schen Punktsystemen Punkte unterscheiden, wie in dem obigen Beispiele die Punkte A und B, um welche die Anordnung der übrigen in parallelen Richtungen nicht gleich ist, weil die Bedingung des zweiten Satzes nicht erfüllt ist. Man kann ohne Zweifel gegen solche Systeme geltend machen, dass sie eigentlich dem Begriffe, den wir uns von der Homogenität eines Krystalls gebildet haben, widersprechen; denn legen wir z. B. kleine Kugeln um kleinere Punktgruppen einer solchen Anordnung, so werden durchaus nicht, wie wir es bei den Krystallen voraussetzen, die Eigenschaften derselben in parallelen Richtungen gleich sein. Erst wenn wir Theile, die eine im Verhältniss zum Molekular-Abstand be-

1) Zwei von den ursprünglichen 66 Formen sind nach Schönflies identisch.

2) L. Wulff. Ueber die regelmässigen Punktsysteme, Ztschr. f. Kryst. Bd. XIII p. 503—566, 1888.

deutende Grösse haben, durch eine umhüllende Fläche herausausschneiden, wird man annehmen dürfen, dass es keinen Einfluss auf die Eigenschaften des dadurch umgrenzten Theiles hat, wenn wir die Fläche mit sich selbst parallel beliebig verschieben. Obwohl nun Herr Sohncke diesen Umstand in seiner Theorie nicht übersehen hatte, kam doch vor einiger Zeit Herr Wulff darauf zurück und benutzte ihn gegen dieselbe. Er hielt sich besonders an die Vorstellung vom Krystallwachsthum. Setzen sich die einzelnen materiellen Punkte nacheinander am Krystall ab, so kann sich an irgend einer Stelle der Krystalloberfläche ebensogut ein Punkt A als ein Punkt B (Fig. 1) befinden. Ganze Flächen können zeitweilig lauter Punkte A, dann lauter B enthalten. Da die Anordnung der einen gegen die übrigen zwar dieselbe ist, wie die der anderen, aber nicht in parallelen Richtungen dieselbe ist, so könnte man im einen und im anderen Falle in parallelen Richtungen verschiedene Eigenschaften an der Oberfläche des Krystalls erwarten, während man doch thatsächlich annimmt, in bestimmten Richtungen der Oberfläche seien die Eigenschaften immer dieselben, mag der Krystall klein oder gross sein. Für Herrn Sohncke löst sich dieser scheinbare Widerspruch dadurch, dass auf die physikalischen Eigenschaften, die wir zu untersuchen im Stande sind, nicht nur einzelne Moleküle, sondern so viele Moleküle nach allen Richtungen einen Einfluss haben, dass die äussersten gar nicht gegen die übrigen in Betracht kommen. Herr Wulff aber schloss, dass beim Wachsen sich soviele Moleküle zugleich auf jeder Krystallfläche absetzen, dass die Anordnung der äussersten Schicht immer wieder dieselbe wird. Denkt man sich diesen Vorgang auf verschiedenen anderen Krystallflächen, so wird man zu der Annahme gezwungen, dass sich eine bestimmte Gruppe von Molekülen bei dem Bau des Krystalls immer gleichzeitig anlagert. Die Theorie, die Herr Wulff nun aufstellt, verschmilzt Theile der Bravais'schen

mit solchen der Sohncke'schen Theorie. Sie entnimmt der ersteren die Raumgitter und der letzteren Punktgruppen, welche an die Stelle der einzelnen Punkte in den Raumgittern gesetzt werden. Kurz, Herr Wulff setzt an die Stelle der Bravais'schen Molekel eine Punktgruppe und leitet diese theilweise aus den Sohncke'schen Punktsystemen ab. Gegen die Zerlegung seiner Systeme in Punktgruppen hatte sich Herr Sohncke übrigens ausdrücklich gewahrt, er nennt sie stets in hohem Grade willkürlich, oft aber sogar geradezu unnatürlich.[1]) Das letzte Urtheil bezieht sich namentlich auf die Schraubensysteme. Herr Wulff, der wie bemerkt die Aufstellung von Punktgruppen als eine Nothwendigkeit ansah, musste daher die Schraubensysteme verwerfen. Er führte allerdings auch noch weitere Gründe gegen die Schraubenstructuren und einige andere an. Indessen hat Herr Sohncke auch die Richtigkeit dieser Gründe nicht anerkannt, sondern begegnete ihnen mit demselben Argument, durch welches er die vorher besprochenen Einwände des Herrn Wulff widerlegte. Wir können sie hier übergehen, weil sie im Folgenden nicht direkt in Betracht kommen. Wichtiger als diese Einwände schien Herrn Sohncke die von Herrn Wulff bewiesene Thatsache, dass sich nicht nur Hemimorphien, sondern auch die rhomboëdrische Tetartoëdrie des hexagonalen Systems nur, wenn man die Form der Moleküle zu Hülfe nimmt, durch die Sohncke'schen Punktsysteme erklären lassen. Dieser Umstand veranlasste Herrn Sohncke, seine Theorie zu erweitern und zwar so, dass der Grundsatz an die Spitze gestellt wurde:

„Ein Krystall (unendlich ausgedehnt gedacht) besteht aus einer endlichen Anzahl (1, 2, 3, . . . n) ineinandergestellter, regelmässiger, unendlicher Punktsysteme, welche sämmtlich gleich grosse und gleich gerichtete Deckschiebungen be-

1) l. c. p. 179.

sitzen. Diese ineinander stehenden Theilsysteme sind im Allgemeinen nicht congruent, auch sind die Bausteine des einen im Allgemeinen andere als die des anderen. Doch ist Congruenz der Bausteine der verschiedenen Theilsysteme nicht ausgeschlossen."

Ganz unabhängig von den Arbeiten des Herrn Wulff und fast gleichzeitig mit denselben war Herr Haag[1]) auf dieselbe Erweiterung der Sohncke'schen Theorie gekommen, hatte sie aber nur an dem regulären System durchgeführt und weniger eingehend formulirt. Natürlich konnte er noch nicht den von Herrn Wulff neu entdeckten Ausnahmefall berücksichtigen, während Herr Sohncke nachwies, dass durch die neue Annahme nicht nur dieser (die rhomboëdrische Tetartoëdrie), sondern auch alle übrigen Ausnahmefälle der früheren Theorie (verschiedene Hemimorphien) beseitigt werden.

1. Vergleich der Theorien von Bravais und Wulff.

Es ist nicht leicht, sich über den jetzigen Stand der Frage zu orientiren, und daran ist namentlich Schuld, dass man auf gewisse Beziehungen zwischen den Theorien noch nicht hingewiesen hat, die für eine richtige Anwendung irgend einer von ihnen von der allergrössten Bedeutung sind. Man hat in den bisherigen Arbeiten besonders die Gegensätze betont, während man, indem man die Unterschiede erst im Anschluss an die gemeinsamen geometrischen und mechanischen Grundlagen erörtert, fast ohne Mühe Schlüsse ziehen kann, welche über die Resultate jeder einzelnen Theorie hinaus gehen. Die Theorien sollen also so behandelt werden, dass sie einander nicht ausschliessen, sondern in wesentlichen Punkten ergänzen und berichtigen.

1) Prof. Fr. Haag, die regulären Krystallkörper. Eine geometrisch-krystallographische Studie. Programm des k. Gymnasiums in Rottweil, 1887.

Merkwürdigerweise ist bei der Discussion der verschiedenen Theorien bisher auf einen Umstand nicht hingewiesen worden, der für ihre Beziehungen untereinander, sowie für den Ausbau einer allgemein gültigen Theorie äusserst wichtig ist. Dieser Umstand betrifft die Art und Weise, wie Bravais seine Polyëder oder Moleküle auffasst und die verschiedenen Formen derselben ableitete. Bravais sagt gleich im ersten Satze seines „Mémoire sur les polyèdres de forme symétrique“:

„Dans les recherches que nous allons faire sur les polyèdres, nous ferons abstraction de leurs faces et de leurs arêtes pour ne considérer que leurs sommets, de sorte que tout polyèdre sera pour nous une agrégation de points distincts, de nombre limité, et distribués d'une certaine manière autour de leur centre de gravité.“

Wir sehen also:

Bravais' Polyëder waren genau solche Punktgruppen, wie die Wulff'schen. Der einzige Unterschied liegt in der Ableitung.

Während Bravais sich die Frage stellte, welche Arten der Symmetrie kann eine solche Punktgruppe überhaupt haben und durch seine Arbeit eine erschöpfende Antwort auf diese Frage gab, entwickelte Herr Wulff eine Anzahl der möglichen Formen aus den Sohncke'schen Punktsystemen und erfand selbst andere, um Lücken auszufüllen. Man wird dem Weg, den Bravais einschlug, unbedingt den Vorzug geben. Ganz abgesehen von dem, was Herr Sohncke, wie wir oben pag. 54 schon erwähnten, von vornherein gegen die Zerlegung seiner Systeme in Punktgruppen vorbrachte, fehlt bei der Methode des Herrn Wulff der Nachweis, dass alle möglichen Fälle erschöpft sind. Bei Herrn Wulff dienen die Punktgruppen dazu, um das System der Hemiëdrien und Tetartoëdrien, welches er auf andere Weise abgeleitet hat, zu exemplificiren. Auf Grund des Vorstehenden ist es nun doch noch nicht möglich, die Theorie von Herrn Wulff zu

verwerfen. Es könnte recht gut sein, dass die Arbeit, die Bravais für seine Abhandlung über die Symmetriearten der Polyëder ausgeführt hat, bei Herrn Wulff in seinen Abhandlungen über die verschiedenen Hemiëdrien u. s. w. enthalten wäre. Man könnte sogar darin, dass Herr Wulff die Systeme und ihre Unterabtheilungen vor und unabhängig von den Punktanordnungen, von der eigentlich sogenannten Krystallstructur behandelt, einen Vorzug seiner Methode sehen; denn dem praktischen Krystallographen ist das Verfahren, welches Herr Wulff dabei anwendet, geläufig und er gelangt dabei ohne Einführung neuer Begriffe zu Resultaten, welche die Bravais'sche Theorie erst nach einer langen und dem Krystallographen weniger leicht verständlichen Ableitung erreicht. Die Wulff'sche Theorie der regelmässigen Punktsysteme darf in diesem Lichte besehen nur als eine Ergänzung seiner Theorie der Krystallsysteme betrachtet werden. Eigentlich ist es ganz gleichgültig, ob man von dem holoëdrischen Punktgitter ausgeht und allmählig durch Bevorzugung von Flächen und Flächengruppen die Symmetrie verringert und nachher Punktgruppen sucht, die so eingesetzt werden, dass nur die verminderte Symmetrie übrig bleibt, oder ob man die Symmetrie der Punktgruppe selbst mehr und mehr herabsetzt und immer die entsprechende Flächencombination aufsucht. Das eine ist das Verfahren von Herrn Wulff, das andere dasjenige von Bravais. Sind beide ohne Beschränkung durchgeführt, so kann man gar keinen Unterschied in den Resultaten erwarten. Sehr auffallend ist es daher, dass die Resultate bisher noch nicht miteinander verglichen worden sind. Es ergibt sich durch einen solchen Vergleich, dass in der That Unterschiede vorhanden sind und dass hieran namentlich eine Beschränkung Schuld ist, welche die Bravais'sche Theorie enthält, und welche, trotzdem sie recht wichtig ist, später, wie es scheint, nicht mehr erwähnt wurde. Wir werden auf diese Beschränkung und ihre Bedeutung

nach einigen kurzen Bemerkungen über die verschiedenen Resultate der beiden Theorien näher eingehen.

Bravais unterscheidet im monoklinen System drei Arten von möglichen Typen, solche, die ein Centrum der Symmetrie, eine zweizählige Symmetrieaxe und eine Symmetrieebene, und solche die entweder nur die Symmetrieaxe oder nur die Symmetrieebene besitzen. Herr Wulff hat ganz kürzlich Beobachtungen an Zuckerkrystallen gemacht, die dafür sprechen, dass Zucker vorerst als monoklin aber tetartoëdrisch anzusehen ist. Allerdings sei die Möglichkeit noch nicht ausgeschlossen, dass er triklin und hemimorph ist. Diese monokline Tetartoëdrie ist aber unter den drei monoklinen Typen von Bravais nicht vertreten, denn ihr fehlen alle drei genannte Symmetriecharaktere. Für den Fall, dass durch die genaueren Winkelmessungen an den Zuckerkrystallen das monokline System ausgeschlossen werden sollte, kann man auch bei Bravais die Abtheilung, zu der die Krystalle gehören, vorfinden. Mag sich diese Frage aber entscheiden wie sie will, wir müssen anerkennen, dass in der Schlusstabelle[1]) der Bravais'schen Arbeit ein Fall nicht vorgesehen ist, der von Herrn Wulff als möglich angesehen wird und für den er sogar ein Beispiel anführen kann. Ein einziger Fall dieser Art würde zwar genügen, um die Aufmerksamkeit auf diesen Punkt zu lenken und das Bedürfniss nach einer Erklärung hervortreten zu lassen, man kann aber mit Leichtigkeit mehr als einen einzigen anführen und obwohl es nicht unser Ziel ist, dieselben alle aufzuzählen, so mag noch kurz das rhombische System und seine Unterabtheilungen erwähnt werden. Bravais unterscheidet hier drei Abtheilungen. Die erste entspricht der Holoëdrie, die zweite der sphenoidischen Hemiëdrie und die dritte der Hemimorphie. Dagegen führt Herr Wulff noch ausser einer weiteren He-

1) Etudes cristallographiques Tableau VIII p. 172.

miëdrie (der monoklinen), Tetartoëdrie und sogar die Möglichkeit einer Ogdoëdrie an, also ausser den von Bravais in seiner Tabelle gegebenen Fällen eine ganze Reihe. Von Wichtigkeit ist es, dass sich der eine dieser Fälle in der Natur verwirklicht. Am Milchzucker ist nämlich zugleich Hemimorphie und sphenoidische Hemiëdrie constatirt, wodurch eine Symmetrieform entsteht, die nach der Bravais'schen Tabelle im rhombischen Systeme nicht vorkommt. Wir haben diese Beispiele auf's Gerathewohl herausgegriffen und können daraufhin behaupten.

Viele Unterabtheilungen der Systeme, die Herr Wulff aufstellt, sind nicht in der Theorie von Bravais enthalten.

Dies Ergebniss scheint auf den ersten Blick um so unverständlicher, als man entweder Uebereinstimmung erwarten konnte, oder etwaige Lücken in den Resultaten des Herrn Wulff, da bei Bravais die Theorie der Symmetrie der Polyëder nach den drei Elementen, Centrum, Axe und Ebene der Symmetrie vollständig erschöpfend durchgeführt sein soll, während Herr Wulff selbst nicht behauptet, dass seine Theorie in dieser Hinsicht vollständig sei. Es liegt auch nicht, wie man zunächst denken könnte, ein Versehen von Bravais vor. Im Gegentheil, die Lücken, die wir gefunden haben, erklären sich dadurch, dass Bravais die Wichtigkeit eines Prinzipes erkannte, welches nach ihm mit Stillschweigen übergangen worden ist, und das doch, wie wir sehen werden, nicht nur für die Theorie der Krystallstructur im engeren Sinne, sondern für die Krystallographie überhaupt und namentlich die System-Eintheilung der Krystalle von fundamentaler Bedeutung sein muss. Wir wollen zuerst sehen, wie sich die Eintheilung der Krystalle in Systeme ohne die Einführung dieses Prinzipes gestaltet. Leider ist dieses Gebiet in keinem sehr erfreulichen Zustande. Die besten Autoren widersprechen einander und Niemand wundert sich darüber, dass von Zeit

zu Zeit ein Beobachter einen Fall entdeckt, der sich nicht einfach einer bekannten Abtheilung der Systeme einreihen lässt. Als wichtigstes Merkmal bei der Eintheilung der Krystalle können die Raumgitter gelten, da allein durch die gegenseitige Neigung der Flächen, natürlich vorausgesetzt, dass die Messungen von idealer Genauigkeit und bei mehreren Temperaturen durchgeführt seien, der Charakter des zugehörigen Raumgitters in Bezug auf Symmetrie feststeht. So kann man ohne jede Rücksicht auf die sonstigen physikalischen Eigenschaften und auf die Häufigkeit und Bedeutung der einzelnen Flächen für jeden Krystall die Symmetrie seines Raumgitters und damit sein System bestimmen, allerdings nicht so leicht das Raumgitter selbst. In dem Falle, dass mehrere Gitter zugleich die Symmetrie eines Systems besitzen, kann auf diesem Wege nicht entschieden werden, welches darunter das richtige ist. Für unseren Zweck ist das übrigens auch gar nicht nöthig.

Alle Autoren sind darüber einig, dass man durch Reduction der Symmetrie von den betreffenden Holoëdrien auf die zugehörigen Unterabtheilungen kommt. Prinzipiell werden weder die Symmetrieaxen des Gitters, noch die Ebenen noch das Centrum der Symmetrie bei dieser Ausschliessung geschont, und doch können so Formen entstehen, die kaum ein Krystallograph für möglich halten würde. Wählen wir einen extremen Fall als Beispiel. Es soll ein reguläres Punktgitter vorliegen, oder mit anderen Worten, die Winkelmessungen führen auf ein Flächennetz, das sich auf drei gleich lange, zu einander senkrechte krystallographische Axen beziehen lässt. Es sei in die Punkte des Gitters ein asymmetrisches Polyëder oder Molekül gedacht, sogar ein solches, das kein Centrum der Symmetrie besitzt. Das Resultat ist ein dem regulären System angehöriger Krystall, der optisch zweiaxig und in Bezug auf alle anderen physikalischen Eigenschaften von einem asymmetrischen, sogar noch hemimorphen

Krystalle nicht zu unterscheiden sein könnte. Nur müssten die Ausdehnungen in allen Richtungen die gleichen sein, damit das Flächennetz auch bei anderen Temperaturen dasselbe bliebe. Man müsste sich dazu vorstellen, dass die Anordnung nach einem Punktgitter des regulären Systems auch die gleiche Wärmeausdehnung in drei zu einander senkrechten Richtungen mit sich bringt, dass aber bei den übrigen Eigenschaften die Form des Moleküles eine Rolle spielt. So unwahrscheinlich ein solcher Krystall auch sein mag, so lässt sich doch ein Beweis, dass er unmöglich ist, kaum führen. Trotzdem erwähnt Herr Wulff diese Form ebensowenig wie Bravais. Bei Bravais finden wir aber ein genaues Eingehen auf die Frage, warum er diese Abtheilung und andere ausschliesst, während bei Herrn Wulff die Grenze der möglichen und unmöglichen Systeme offenbar gegen die Bravais'sche verschoben ist, wie aus dem Satze folgt, den wir oben erwiesen haben, indessen ohne, dass die Grenze theoretisch irgendwie sicher festgestellt zu sein scheint. Man kann ohne Zweifel der Wulff'schen Theorie den Mangel einer ausgesprochenen Grenzbedingung zum Vorwurfe machen, ebenso wie manches Andere, wenn man sie mit der eleganten Bravais'schen Theorie vergleicht. Dies wird aber reichlich wieder aufgewogen, wenn sich Fälle, wie beim Rohrzucker und Milchzucker herausstellen, die überhaupt in der Bravais'schen Theorie nicht enthalten sind. Diejenigen Unterabtheilungen der Systeme, die Herr Wulff nur als theoretisch möglich hinstellt, und die wir nicht in der Bravais'schen Theorie vorfinden, würden der Letzteren gegenüber keine grosse Bedeutung beanspruchen, da Bravais die geometrische Möglichkeit von vielen Abtheilungen kannte, die er trotzdem aus seiner Zusammenstellung ausschloss.

Durch den Nachweis der Tetartoëdrie am monoklinen Rohrzucker und am rhombischen Milchzucker wird die Bravais'sche Theorie unhaltbar.

Wenn wir für den Augenblick den Beweis dieser Formen für erbracht anerkennen, so müssen wir doch hervorheben, dass zwar die Theorie von Bravais damit stürzt, dass aber, und dies ist von sehr wesentlicher Bedeutung, von den Methoden Bravais' nur die Bestimmung der Grenze der möglichen gegen die unmöglichen Formen fehlerhaft zu sein braucht. Die Grenzbestimmung gründet sich im Gegensatz zu dem übrigen Hauptinhalte der Theorie auf mechanische, nicht wie jener auf rein geometrische Betrachtungen. Nachdem Bravais einerseits im Besitze aller symmetrischen Polyëder andererseits im Besitze aller Gitter war, erkannte er, dass wenn man in jedes der letzteren nacheinander alle die ersteren einsetzt, bedeutend mehr Abtheilungen sich ergaben, als damals in der Natur Vertreter fanden. Er schloss in Folge dessen und auf Grund einer mechanischen Ueberlegung, dass die Form der Polyëder das Gitter bestimme, so dass die grösstmögliche Uebereinstimmung zwischen dem Symmetriecharakter des Polyëders und dem des Gitters besteht. Mag man von der Bravaisschen Ableitung auch nicht ganz befriedigt sein, jedenfalls verdient sie in hervorragendem Maasse unsere Beachtung, denn auch bis in die neueste Zeit sind ihre Consequenzen nicht durch die Erfahrung widerlegt worden. Muss man diese Ableitung aber fallen lassen, so fällt damit nur die Grenzbestimmung von Bravais, oder mit anderen Worten, wenn wir die Tetartoëdrien des Rohrzuckers und des Milchzuckers für erwiesen halten, so sind wir zwar gezwungen, die Bravais'sche Theorie zu erweitern, dagegen ist es eine ganz andere Frage, ob wir deshalb weise daran thun, ihre Methoden zu verlassen, um an deren Stelle die Wulff'schen zu setzen. Bis jetzt ist die Bravais'sche Untersuchung über die Form der Polyëder oder wie wir sie mit gleichem Rechte nennen können über die Symmetrie der Punktgruppen die einzige abgeschlossene Arbeit über diesen Gegenstand. Wir

können also, da bisher keine Fehler in derselben nachgewiesen worden sind, schliessen, dass wir alle möglichen auf den Charakter der Symmetrieebenen, Axen und des Symmetriecentrums gegründeten Unterabtheilungen der Systeme mit Sicherheit durch Erweiterung der Bravais'schen Theorie ableiten können, wenn wir in jedes Punktgitter die sämmtlichen Bravais'schen Polyëder einsetzen.

Sind Fälle in der Natur erwiesen, die nicht in den Rahmen der Bravais'schen Theorie fallen (wie die Tetartoëdrien im rhombischen und monoklinen System), so kann und muss die Einschränkung, welche Bravais in seiner Theorie annimmt, fallen gelassen werden und seine Theorie ist so zu erweitern, dass nicht nur einzelne, sondern alle Polyëder in jedes Punktgitter eingesetzt werden. Auf diese Weise muss eine erschöpfende Theorie aller auf die drei Elemente der Symmetrie (Ebenen, Axen und Centrum) gegründeten Abtheilungen der Systeme entstehen.

Die Arbeit, die Bravais'sche Theorie durch Eliminiren einer Beschränkung derart zu erweitern, ist auf jeden Fall lohnend, wir haben sie aber für den Zweck des vorliegenden Aufsatzes nicht nöthig und lassen sie deshalb, und weil sie doch ziemlich umfangreich ist, vorläufig bei Seite. Es genügt, darauf aufmerksam zu machen, welcher Weg dabei eingeschlagen werden muss. Nur noch ein Punkt bleibt zu erörtern, der von Bedeutung ist und zu Schwierigkeiten führen kann. Herr Wulff hat nämlich Abtheilungen unterschieden, ich nenne nur seine drei Tetartoëdrien im regulären System, die sich nicht durch die drei Kennzeichen der Symmetrie trennen lassen. Solche Abtheilungen sind der Bravais'schen Theorie, selbst der erweiterten fremd. Obwohl manche Annahmen des Herrn Wulff nicht recht begründet sind und auch hier der Beweis, dass alle Fälle derart er-

schöpft sind, nicht vorliegt, so darf man gewiss verlangen, dass auf sie Rücksicht genommen wird. Wir werden daher zu dem Schlusse geführt.

Man darf sich weder auf die erweiterte Bravais'sche Theorie allein, noch auf die Wulff'sche Theorie allein stützen, wenn man allen theoretisch möglichen Fällen Rechnung tragen will.

Damit ist nun nicht gesagt, dass nicht eine jede von ihnen zu dem gleichen Umfange ergänzt werden kann, aber soweit sie jetzt entwickelt sind, sind beide nicht vollständig. Um die geometrischen Möglichkeiten ganz zu erschöpfen, müsste die Bravais'sche Theorie in zwei Richtungen erweitert werden.

1) Wir müssten, wie wir oben schon angaben, die Beschränkung, die Bravais selbst einführte, fallen lassen. Dann haben wir eine Eintheilung der Krystalle, die auf Grundlage der drei Symmetriemerkmale (Centrum, Axe und Ebene) beruht und alle Fälle umschliesst.

2) Fälle, die sich nach diesen allgemeinen und fundamentalen Merkmalen nicht unterscheiden lassen, wie die drei Tetartoëdrien des regulären Systems u. dgl. m., können doch auf andere Weise und unter anderen Annahmen noch Differenzen unter sich darbieten. Die Möglichkeit dieser Differenzen muss ebenfalls mit in Betracht gezogen werden.

Die Wulff'sche Theorie muss ebenfalls entweder noch eine Grenzbedingung erhalten, ähnlich der Bravais'schen, aber umfassender, da diese schon an einzelnen Punkten überschritten ist, oder sie muss auch alle Fälle hinzunehmen, auf die wir durch die erweiterte Bravais'sche Theorie stossen und die Herr Wulff zum grossen Theile (das reguläre Punktgitter mit dem asymmetrischen Moleküle ist ein Beispiel) nicht berücksichtigt. Handelt es sich streng genommen nur um die geometrisch möglichen Fälle, so ist sogar an keine Grenzbestimmung zu denken.

Die überaus grosse Zahl von Fällen, die sich auf diese Weise nur durch vollständige Berücksichtigung der nach den drei Symmetrieelementen unterscheidbaren Formen ergibt, ist ebenso wichtig wie unbequem. Heute noch mehr wie vor 40 Jahren muss es auffallen, dass viele Abtheilungen nicht in der Natur vorzukommen scheinen. Das System unserer besten Autoren ist nur ein kleiner Theil der erweiterten Theorien. Die Grenzbedingung von Bravais beseitigte diesen Zwiespalt. Seine frühere Theorie mit der Grenzbedingung umfasst noch heute alle bekannt gewordenen Fälle mit Ausnahme einer ganz minimalen Zahl, und deckt sich fast vollständig mit der Eintheilung, welche jeder Mineraloge anzuwenden gewohnt ist. Vergleicht man auf Grund des in 40 Jahren bedeutend angewachsenen Materials die Bravais'sche Theorie mit der Erfahrung, so bleibt die Uebereinstimmung immer noch eine fast vollkommene. Man kann sich einer solchen Bestätigung der Bravais'schen Grenzbedingung gegenüber kaum des Verdachtes erwehren, dass sich auch die beiden Ausnahmefälle, die einzigen, die ich gefunden habe, am Ende anders werden erklären lassen. Man wird, wenn man den Vergleich zwischen der Bravais'schen Theorie und der Erfahrung durchführt, erst so recht auf den Werth der Grenzbedingung aufmerksam, ebenso wie Bravais seinerzeit durch das Gesetzmässige, was sich in der Gesammtheit der Beobachtungen ausdrückte, wohl erst auf seinen Versuch einer Erklärung und dadurch zu der Grenzbestimmung kam. Die Grenzbedingung ist für die systematische Eintheilung der Krystalle von fundamentaler Bedeutung. Ehe wir eine andere als die Bravais'sche Erklärung dafür haben, dass so viele geometrisch mögliche Formen in der Natur nicht vorkommen, müssen wir sehr vorsichtig sein, wenn wir diese aufgeben. Prüft man nun die Fälle, die mit den Bravais'schen Anschauungen nicht im Einklange stehen, so findet man nicht nur wenige, sondern auch nicht

einmal recht schlagende. Die Schuld hierbei liegt nicht an der Beobachtung, sondern an der Schwierigkeit des Falles. Herr Wulff hat an Rohrzuckerkrystallen einer Herkunft gefunden, dass zwei bisher für gleichwerthig gehaltene Flächen nie zusammen vorkamen und ist der Ansicht, dass keine andere Erklärung als die durch Tetartoëdrie hier zulässig sei. Es gibt nun offenbar kaum einen Fall, in dem die Zufälligkeiten eine grössere Rolle spielen können als gerade hier. Man erwartet ja durchaus nicht, dass immer von jeder Fläche die gleichberechtigten vollzählig vorhanden sind, ebensowenig wie dass ein Krystall in den gleichberechtigten Richtungen von gleicher Dicke ist. Handelt es sich um eine Hemiëdrie, die eine grössere Anzahl von Flächen betrifft, so ist die Wahrscheinlichkeit, dass Zufälligkeiten eine Rolle spielen, kleiner, als wenn bloss zwei Flächen vorhanden sind. Es kann also in der Deutung der Beobachtung in letzterem Falle recht viel Subjectives liegen. Es liegt mir nun durchaus fern, die Richtigkeit der Beobachtungen von Herrn Wulff anzuzweifeln. Es ist sogar wichtig, dass dieselben und ihre Tragweite nicht in Vergessenheit gerathen, es ist aber auch andererseits wichtig hervorzuheben, dass sie sich doch schliesslich durch Zufälligkeiten erklären könnten. Der zweite Fall ist der des Milchzuckers. Dieser ist sphenoidisch-hemiëdrisch und zugleich hemimorph. Wie wir schon oben erwähnten, sind nach der Ansicht von Bravais nur drei Fälle im rhombischen System möglich, nämlich Holoëdrie, sphenoidische Hemiëdrie und Hemimorphie, aber durchaus keine Combination der beiden letzteren. Beim Milchzucker ist eine Täuschung durch Zufälligkeiten der Krystallisation schon weniger wahrscheinlich. Die einzige Rettung wäre, dass er sich als monosymmetrisch herausstellt. Da wir die bisherigen Beobachtungen nicht verdächtigen, ist er einstweilen als ein Argument gegen die Bravais'sche Beschränkung aufzufassen. Wenn man weiter bedenkt, dass seit jeher einige

Formen unter der grossen Menge aufgestellt wurden, die nicht recht in das System passten und die sich nach einiger Zeit entweder anders erklärten oder zu einer Erweiterung unserer theoretischen Anschauung führen, so wird man wohl folgende Stellung zu den Ausnahmefällen einnehmen.

Jedenfalls muss man es für bedeutungsvoll halten, dass die Fälle, welche gegen die Bravais'sche Theorie angeführt werden können, gering an Zahl sind (wir finden nur zwei), und dass ferner bei dem einen Zufälligkeiten eine sichere Beurtheilung in hohem Grade erschweren. Die Bravais'sche Theorie verdient selbst mit der darin enthaltenen Beschränkung immer noch als ein Fundament der theoretischen Krystallographie angesehen zu werden. Daneben ist es wünschenswerth, dass die Fälle, die gegen die Beschränkung sprechen, nicht in Vergessenheit gerathen und dass sorgfältig nach weiteren Fällen gesucht wird.

Dies sind die Resultate, zu denen wir durch einen Vergleich der Theorie von Bravais mit derjenigen von Herrn Wulff und mit den Resultaten der Beobachtung geführt werden. Wir wenden uns zu dem zweiten Theile unserer Aufgabe, nämlich zu den Folgerungen, die wir durch Hinzuziehen der Theorie von Herrn Sohncke zu den beiden anderen ableiten können.

2. Vergleich der Theorien von Bravais und Sohncke.

Auch hier ist wieder der Umstand massgebend, dass nach Bravais' eigener Auffassung und nach seiner bestimmten Erklärung seine Polyëder als Punktgruppen aufzufassen sind. Wird nun ein und dieselbe bestimmte Punktgruppe an Stelle der verschiedenen Punkte eines Gitters und zwar in parelleler Stellung eingesetzt, so dass der Schwerpunkt der Gruppe an die Stelle des Punktes tritt, so lässt sich leicht erkennen,

dass alle homologen Punkte der Gruppe auf einem, dem ursprünglichen congruenten und parallel gestellten Gitter liegen. Verbindet man nämlich einen bestimmten Punkt A der Gruppe durch eine gerade Strecke mit dem Schwerpunkte S derselben und führt die gleiche Construction in den übrigen Gruppen jedesmal mit den homologen Punkten (A_1, A_2, $A_3 \ldots A_n$) und den betreffenden Schwerpunkten (S_1, S_2, $S_3 \ldots S_n$) aus, so kann, da sich immer dieselbe Strecke in paralleler Lage ergibt, durch eine einfache Parallelverschiebung um die Grösse dieser Strecke (AS) das System der Schwerpunkte in das der Punkte A übergeführt werden. Da die ersteren zusammen ein Gitter bilden, so thun es also auch die letzteren. Dasselbe gilt von jedem anderen Punkte B und seinen homologen. Wenn daher Bravais die einzelnen Punkte seiner Gitter durch Gruppen ersetzt, so erhält er dadurch ein System von congruenten parallel ineinandergestellten Gittern. Vergleicht man nun dieses mit der Definition, die Herr Sohncke in seiner erweiterten Theorie gibt,[1]) nämlich:

> „Ein Krystall (unendlich ausgedehnt gedacht) besteht aus einer endlichen Anzahl parallel ineinander stehender congruenter Raumgitter",

so findet man, dass beide Auffassungen geometrisch ganz identisch sind. Dieses Resultat ist sehr auffallend, da man mit Recht gewohnt war, schon die frühere Theorie von Herrn Sohncke für allgemeiner zu halten, als die Theorie von Bravais. Nun soll die erweiterte Theorie von Herrn Sohncke sich mit der von Bravais decken! Dieser Widerspruch erklärt sich nun sehr leicht, wenn man folgende Umstände bedenkt. Die Frankenheim-Bravais'schen Gitter galten für das eigentlich Wesentliche der Bravais'schen Theorie. Bravais selbst erwähnt ferner nur an wenigen

1) Zeitschr. f. Kryst. 15, p. 433, 1888.

Stellen die Identität seiner Moleküle mit Punktgruppen; und endlich erhalten wir aus der Bravais'schen Theorie, indem wir die Moleküle als Punktgruppen auffassen, zwar Punktanordnungen, die identisch sind mit denen der erweiterten Sohncke'schen Theorie, aber Herr Sohncke ersetzt die Punkte einer solchen Anordnung wieder durch Moleküle, während Bravais an dieser Stelle nicht über die Annahme von Punkten hinausging. Der wesentliche Theil der Sohncke'schen Theorie bleibt übrigens derjenige über die Punktanordnungen; denn die Gestalt der Moleküle kommt thatsächlich möglichst wenig in Betracht.[1]) Die Art und Weise, wie wir von der Bravais'schen auf die erweiterte Sohncke'sche Theorie übergegangen sind, ist identisch mit einem Verfahren, welches Herr Sohncke selbst anwandte, um die jetzige Theorie aus der früheren abzuleiten,[2]) man hat nämlich nur die ursprünglich ein Krystallmolekül zusammensetzenden Atome als selbständige Bestandtheile des Systems aufzufassen und ihre Abstände zu variiren.

Die enge Beziehung zwischen den beiden Theorien ist nun nicht bloss von theoretischem Interesse, sondern direkt von praktischer Bedeutung. Für die erweiterte Theorie von Herrn Sohncke liegt nämlich noch keine methodische Bearbeitung vor. Es genügte, Herrn Sohncke, als er sie aufstellte, zu beweisen, dass die Ausnahmefälle seiner früheren Theorie eine Erklärung finden. Jetzt aber, da es feststeht, dass sie in geometrischer Beziehung mit der Theorie von Bravais übereinstimmt, können wir die grosse Arbeit, welche

1) Sohncke, Erweiterung der Theorie der Krystallstructur, p. 440. „Nach der jetzigen erweiterten Theorie finden alle bekannten (und auch alle als geometrisch möglich vorausgesehenen) Krystallgestalten ohne jede Ausnahme ihre unmittelbare Erklärung in der Structur, ohne dass man zum Verständniss irgend einer besonderen geometrischen Eigenthümlichkeit auf die geometrische Beschaffenheit der Krystallbausteine zurückzugreifen braucht."

2) l. c. p. 441—442.

in den Abhandlungen von Bravais steckt, für sie verwerthen. Namentlich für diejenigen Theile der Theorie, welche den in der Natur vorkommenden Formen entsprechen, liegt dadurch eine gründliche Bearbeitung vor.

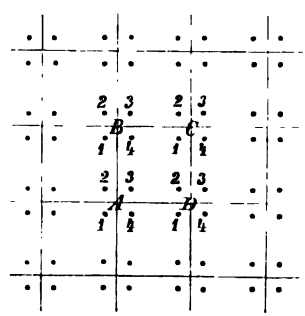
Da die geometrischen Bedingungen der erweiterten Sohncke'schen Theorie und der Bravais'schen Theorie bezüglich der Punktanordnung übereinstimmen, so sind wir im Stande, die geometrischen Resultate der letzteren direkt in der ersteren zu verwerthen.

Einige Umstände hierbei erfordern nun noch ein besonderes Eingehen. Wir dürfen nämlich irgend ein Bravais'sches Gitter nehmen und eine Punktgruppe von einer der von Bravais gegebenen Symmetrie-Formen einsetzen, so erhalten wir sicher ein System, welches der erweiterten Sohncke'schen Theorie entspricht und dessen Symmetriecharakter sich auf einfache Weise ergibt. Diese Methode ist leicht durchzuführen. Anders ist es, wenn eine solche Anordnung von Punkten von vornherein gegeben wäre und wir sollten rückwärts die Punktgruppe, die derselben zu Grunde gelegen hat, herausfinden. Es sind dann mehrere Möglichkeiten gegeben. Wir erhalten nämlich eine Punktgruppe, wenn wir von jedem der n ineinander gestellten Gitter einen Punkt herausgreifen. Aber die Auswahl kann auf unendlich verschiedenartige Weisen stattfinden. Nehmen wir nur an, es wären uns $n-1$ Punkte der ursprünglichen Gruppe gegeben, so bleibt ein Gitter übrig. Irgend einen Punkt desselben können wir zu der Gruppe hinzuziehen. Man kann auf diese Weise zu Gruppen von verschiedener Symmetrie gelangen und daher ist Vorsicht geboten, wenn man auf diesem Wege über die Symmetrie der Punktanordnung etwas erfahren will. Glücklicherweise ist diese Aufgabe viel weniger wichtig als die umgekehrte, nämlich für jeden Symmetriecharakter eine Punktanordnung zu finden.

Von grösserer Bedeutung ist ein anderer Punkt, der mit dem eben besprochenen enger zusammenhängt, als man auf den ersten Blick glauben möchte. Es ist dies die Frage, welche Stellung die frühere Sohncke'sche Theorie zu der jetzigen einnimmt. Die erweiterte Theorie von Herrn Sohncke muss, da sie mit der (erweiterten) Theorie von Bravais geometrisch übereinstimmt, für alle auf die drei Symmetriemerkmale (Centrum, Axe und Ebene) gegründete Abtheilungen der Krystallsysteme völlig aufkommen. Sie muss mit jener sogar sehr viele Abtheilungen ergeben, für welche in der Natur noch keine Vertreter gefunden sind. Wozu ist unter solchen Umständen die frühere Sohncke'sche Theorie nöthig und wie kommt es, dass sie, da sie doch ein Theil der erweiterten Sohncke'schen Theorie ist, trotzdem in der Bravais'schen Theorie nicht erwähnt ist? Wir antworten: Geometrisch genommen muss sie in der Bravais'schen Theorie enthalten sein, da sie einen Theil der geometrisch mit dieser äquivalenten, erweiterten Sohncke'schen Theorie ausmacht, aber sie steckt nur implicite darin. Wie dies möglich ist, lässt sich folgendermassen erkennen. Wir haben oben schon gesehen, dass es, wenn eine Punktanordnung aus n ineinandergestellten Gittern oder einem Gitter von n-Punktern besteht, nicht möglich ist, eindeutig die Gruppe von n-Punkten, welche der Construction zu Grunde gelegen hat, abzuleiten. Wenn schon $n-1$ Punkte der Gruppe richtig bestimmt wären, so kann der n^{te} Punkt geometrisch irgend ein Punkt eines ganzen Gitters sein. Wir wissen nicht, welchen davon wir der Gruppe zutheilen, oder auch umgekehrt, wir wissen nicht, zu welcher Gruppe wir einen bestimmten Punkt des Gitters rechnen sollen.

Die Symmetrie der Anordnung wird aus der Symmetrie der Punktgruppe und derjenigen des Gitters zusammen abgeleitet. Da wir aber durch verschiedene Auswahl des n^{ten} Punktes auch eine verschiedene Symmetrie der Punkt-

gruppe erhalten können, so werden wir aus ein und derselben geometrischen Anordnung durch verschiedene Auswahl der Gruppe Typen der Krystallstructur von verschiedener Symmetrie bekommen. Wählen wir dann z. B. eine Gruppe aus, die weniger Symmetriecharaktere mit dem Gitter gemeinsam hat, als eine andere, so kann ein gewisser Gegensatz bestehen zwischen der rein geometrischen Symmetrie der ganzen Anordnung, die keine Verbindung der Punkte unter sich enthält, und der Symmetrie, welche auf der Annahme solcher Verbindungen zu Gruppen, also einer physikalischen Annahme beruht. Man kann sich ohne Schwierigkeit diese Verhältnisse an einem besonderen Falle klar machen. Beschränken wir uns der Einfachheit halber auf die Verhältnisse in der Ebene. Das dem Gitter in der Ebene entsprechende Netz sei ein quadratisches. Die Punktgruppe bestehe ebenfalls aus den Ecken eines Quadrates, welches den Quadraten des Netzes parallel gestellt sei.



(Fig. 2.)

Sei nun die Anordnung gegeben, so können wir zu Gruppen zusammenfassen die Punkte A_1 A_2 A_3 A_4, oder B_1 A_2 A_3 A_4, oder C_1 A_2 A_3 C_4 u. s. w. u. s. w. Allerdings muss es etwas wunderbar erscheinen, dass der sehr entwickelte geometrische Symmetriecharakter der ganzen Anordnung gewahrt bleiben soll, während durch die Zusammen-

gehörigkeit der Punkte die Symmetrie so sehr heruntergedrückt wird, wie in einigen der obigen Fälle. Für die höhere Symmetrie der Anordnung ohne Rücksicht auf die Verbindungen ist kein rechter Grund vorhanden. Doch lässt sich gegen solche Annahmen ein Beweis, genau genommen, nicht führen. Dieser Einfluss der Gruppenbildung auf die Symmetrie ist ein Moment, auf welches man Rücksicht nehmen muss. Besonders ist zu betonen, dass die Gruppenbildung die Symmetrie der Anordnung nicht erhöhen kann. Am natürlichsten erscheint daher wohl eine solche Verbindung zu Gruppen, durch welche die Symmetrie der Anordnung dieselbe bleibt, wie ohne Verbindungen. Unter Berücksichtigung anderer Factoren, z. B. der grösseren oder geringeren Nähe der Punkte und dergleichen, kann man aber unter Umständen auch eine andere Gruppenbildung für die naturgemässere halten. Endlich kann noch der Fall eintreten, dass keines dieser Kriterien den Ausschlag zwischen zwei verschiedenen Eintheilungen in Gruppen ergibt. Speziell gegen solche Fälle, bei denen die Gruppeneintheilung sich nicht natürlich macht, hat sich Herr Wulff gewandt. Ein Beispiel für diese Art von Systemen in der Ebene ist etwa Fig. 1. Man erkennt hier keine Gruppen, die naturgemäss zusammengehören. Es lassen sich derartige Beispiele häufen, es ist aber von grösserem Interesse zu sehen, wie sie sich construiren lassen. Wir nehmen einen Fall aus dem rhombischen System. Das Gitter sei durch Anordnung nach rechtwinkligen Parallelepipeden entstanden, die Punktgruppe bestehe aus den Ecken von jenen ähnlichen und parallel gestellten Parallelepipeden. Wir fügen noch ein Gitter von Punkten hinzu, dessen Grundpunkt sich auf einer der Kanten des Grundparallelepipeds des ersten Gitters bewegen mag. Dieser Grundpunkt wird, wenn er nicht gerade in die Mitte der Kante fällt, dem ganzen System den Charakter der Hemimorphie geben. Fällt er gerade in die Mitte, so ist

kein Grund mehr für Hemimorphie vorhanden. Aber welcher Punktgruppe können wir ihn noch zurechnen? Vorher hätte man ihn wohl in die nächstliegende aufgenommen. Jetzt liegt er nicht näher an der einen, als an der anderen, und wenn wir ihn trotzdem zu der einen oder zu der anderen rechnen, so erhalten wir wieder Punktgruppen, welche hemimorph sind, während das ganze System von einer solchen Hemimorphie geometrisch nichts erkennen lässt. Es ist also die Gruppenbildung in diesem Falle wieder sehr willkürlich und sogar eigentlich im Widerspruch mit der Symmetrie der Anordnung. Man sieht, dass solche Systeme eine direkte Folgerung aus der Bravais'schen Theorie werden, wenn wir, unter Voraussetzung der physikalischen Gleichwerthigkeit aller Punkte in der Gruppe, ihre Abstände in der letzteren variabel annehmen, so dass Punkte hierdurch in eine Beziehung zu den Nachbargruppen gerathen, die sie von vornherein nicht haben. Wenn man hierbei beachtet, dass die Gruppenbildung dann eine widernatürliche werden kann und die Symmetrie der Anordnung eine höhere als die durch die ursprünglichen Gruppen gegebene, so wird man es wohl als einen wesentlichen Fortschritt in der früheren Sohncke'schen Theorie ansehen, dass solche Fälle mit in den Kreis der Betrachtung gezogen wurden. Allerdings geschah dies, ohne dass der Beziehungen zu den Bravais'schen Anordnungen (Punktgitter mit Punktgruppe) gedacht wurde. Es geschah auch, ohne dass alle derartige Systeme behandelt wurden, denn z. B. das Beispiel aus dem rhombischen System ist keines von den Sohncke'schen Punktsystemen (der früheren Theorie). Aber es ist die Grenze, die sich Herr Sohncke gesteckt hat, eine solche, die einem sehr wichtigen Unterscheidungsmerkmal entspricht. Unser Beispiel aus dem rhombischen Systeme genügt nicht der wichtigen Bedingung, dass die Punktanordnung um alle Punkte die gleiche ist. Anordnungen, die dieser Bedingung genügen, werden natür-

lich unserem Interesse näher liegen, als andere. Ebenso sind sehr wichtig diejenigen Punktanordnungen, die neuerdings Herr Schoenflies[1]) untersucht hat, und bei denen die Anordnung um alle Punkte entweder gleich oder symmetrisch ist. Aus den bisher veröffentlichten Resultaten lässt sich die hohe Bedeutung derselben schon recht gut ersehen. Diese muss auch von denjenigen anerkannt werden, welche die Anordnungen von Herrn Schönflies nur als besonders wahrscheinliche Spezialfälle der erweiterten Sohncke'schen Theorie ansehen. Der Werth der früheren Sohncke'schen Theorie nimmt gewiss nicht dadurch ab, dass neue Gesichtspunkte in ihre Beziehungen zu der Bravais'schen Theorie kommen.

Einfacher wäre es ja, wenn man alle Spezialannahmen über die Bravais'schen Punktgruppen, durch welche Schwierigkeiten entstehen könnten, kurz dadurch abschnitte, dass man die Abstände der Punkte in der Punktgruppe von einer geringeren Grössenordnung als die Abstände der Punktgruppen untereinander voraussetzte. An Symmetrieformen (nach der Eintheilung durch Centrum, Axen und Ebenen der Symmetrie) würde man dadurch nichts verlieren und an Einfachheit würde die Theorie bedeutend gewinnen. Jedoch sind die Gründe des Herrn Wulff gegen die Anordnungen, bei denen die Punktgruppirung unnatürlich ist, wie Herr Sohncke gezeigt hat, nicht stichhaltig und es hat sich schon herausgestellt,[2]) dass gerade solche Systeme, wenn man auch chemische Begriffe mit berücksichtigt, eine besondere Bedeutung haben können. Ferner ist bereits durch Herrn Sohncke auf Beziehungen zwischen der Circularpolarisation und der Schraubenstructur hingewiesen worden, welche geeignet sind,

1) A. Schoenflies, Beitrag zur Theorie der Krystallstructur. Nachrichten v. der k. Gesellsch. d. Wiss. Göttingen 1888, p. 483.

2) Vgl. Sohncke, Erweiterung der Theorie der Krystallstructur, pag. 442. ff.

die Wichtigkeit dieser für die frühere Theorie so charakteristischen Punktanordnungen sehr klar hervortreten zu lassen. Diese Beziehungen gewinnen noch an Bedeutung, wenn man bedenkt, dass auch Mallard, der sonst auf dem Boden der Bravais'schen Theorie steht, unabhängig von Herrn Sohncke zu ganz ähnlichen Anschauungen gekommen ist. Wir werden also, damit die Theorie keine Fälle ausschliesst, die Möglichkeit solcher Systeme auch zugestehen müssen.

Leider geht dies nicht, ohne dass sich eine neue Schwierigkeit in den Weg stellt. Wir haben gesehen, wie wichtig sowohl für die praktische Krystallographie, wie für unsere Kenntniss von den Krystallisationsgesetzen die Bravais'sche Grenzbedingung ist. Sie gründet sich aber auf die Symmetrie der Gitter einerseits und die Symmetrie der Gruppen andererseits. Es liegt auf der Hand, dass man in Fällen, wo eigentlich keine Gruppen vorliegen, auch die Grenzbedingung nicht ohne weiteres anwenden kann. Es ist zu wünschen, dass auch für diese Fälle ein Ersatz für die Grenzbedingung gefunden wird. Es nützt indessen nichts, dass man sich über das Vorhandensein einer Lücke wegtäuscht, und es geht auch nicht an, dass man, um sie zu beseitigen, eine von den Annahmen, welche sie verursachten, für falsch erklärt, wenn nicht ein wirklicher Beweis gegen sie zu Gebote steht.

Man kann hier daran denken, dass einige Arbeiten über die Symmetriearten der Krystalle existiren,[1]) welche von den Theorien der Krystallstructur ganz absehen, und dass möglicherweise von den Annahmen, welche in diesen gemacht werden, um die Unterabtheilungen zu trennen, im vorliegenden Falle Gebrauch gemacht werden kann. In der That ergibt schon ein oberflächlicher Vergleich der Arbeiten mit denen

1) Curie, Bull. d. l. soc. min. d. France. Bd. 7, S. 453. — Minnigerode, Nachrichten v. d. k. Ges. d. Wiss. z. Göttingen 1884. S. 195, 374, 488. — Neues Jahrb. f. Min. etc. V. Beilage Bd. S. 145. 1887.

über Krystallstructur, dass eine eingehende Untersuchung dieser Frage sehr angebracht ist. (Die Herren Curie und Minnigerode nehmen auf die dritte Abhandlung von Bravais Études cristallographiques keine Rücksicht.) Hier soll nur darauf hingewiesen werden, da die Untersuchung ziemlich weitläufig wird.

Nachdem wir so zuerst die Bravais'sche mit der Wulff'schen und dann mit der erweiterten Sohncke'schen Theorie verglichen haben, bliebe uns formell noch übrig, den Vergleich zwischen den beiden letzteren anzustellen. Obwohl es nun kein Grundsatz ist, dass zwei Grössen mit einander verglichen sind, wenn sie mit einer dritten verglichen sind, so glauben wir doch im Obigen auch schon die Folgerungen gezogen zu haben, zu denen wir durch diesen dritten Vergleich noch geführt werden.

Es ist wohl dargethan, dass eine Berücksichtigung aller drei Theorien nothwendig ist, dass jede Theile enthält, die ihr eigenthümlich sind, und dass keine davon in ihrem jetzigen Zustande die beiden anderen ganz ersetzt.

Das Erdbeben vom 22. Februar 1889 in der Umgegend von Neuburg a. D.

von Dr. C. W. v. Gümbel.

(Eingelaufen 21. März.)

In den letzten Tagen des Monats Februar dieses Jahres brachten die Zeitungen die Nachricht, dass am Nachmittage des 22. Februar kurz vor 3 Uhr in Neuburg an der Donau ein mit starkem Geräusche verbundenes Erdbeben verspürt worden sei.

Vergebens wartete man auf Mittheilungen auch aus anderen Gegenden über annähernd gleichzeitig wahrgenommene Erschütterungen. Doch waren die Nachrichten von Neuburg a. D. zu bestimmt und zu vielseitig bestätigt, um annehmen zu dürfen, dass dieselben auf Täuschungen beruhen könnten. Ich war desshalb veranlasst, Erkundigungen bei der hiesigen k. meteorologischen Centralstation einzuziehen. Darnach wurde nicht bloss die Thatsache bestätigt, sondern auch durch Mittheilungen aus der Umgegend von Neuburg a. D. der sichere Beweis geliefert, dass in jener Gegend eine namhafte Erderschütterung stattgefunden habe. Ich bin Herrn Director der k. meteorologischen Centralstation Dr. C. Lang zu besonderem Danke verpflichtet, nicht bloss dafür, dass Er mir die bezüglichen Meldungen und die Nachrichten,

welche überhaupt über Erdbeben bei der Anstalt eingelaufen waren, zur Verfügung stellte, sondern noch insbesondere dafür, dass Derselbe durch hinausgegebene Fragebogen weitere Erkundigungen über das Ereigniss einzuziehen die Güte hatte. Herrn Reallehrer Gradl in Neuburg a. D. verdanke ich gleichfalls sehr werthvolle Angaben, für welche ich auch an dieser Stelle verbindlichen Dank ausspreche.

Durch diese gefälligen Mittheilungen bin ich in die Lage versetzt, über das durch sein isolirtes Auftreten und durch die beschränkte Erstreckung ausgezeichnete Erdbeben vom 22. Februar 1889 nähere Nachrichten zu geben, welche in geologischer Beziehung nicht ohne Interesse sein dürften.

Ehe ich jedoch die verschiedenen eingesammelten Berichte hier mittheile und weitere Schlüsse daraus ziehe, scheint es zweckdienlich, erst Einiges über die geologische Constitution der nächsten Umgegend von Neuburg a. D. vorauszuschicken.

Es darf als bekannt angenommen werden, dass die Kalkschichten des Frankenjura gegen Süden zu am Rande des Donauthales auf eine grosse Strecke hin plötzlich abbrechen und dass nur an sehr wenigen Stellen kleine Vorsprünge des Kalkgebirges bis südlich über das Donauthal hinüberreichen. Es muss ferner angenommen werden, dass dieser Gebirgsabbruch an grossartigen Verwerfungsspalten sich vollzogen hat, an denen sich der abgerissene Theil der Kalkschichten in die Tiefe absenkte, wo er jetzt von jüngeren tertiären und quartären Bildungen überlagert und bedeckt im Untergrunde vergraben ist.

Neuburg liegt an diesem Abbruchsrande des fränkischen Juragebirgs unmittelbar an der Donau, zugleich aber auch an einer Stelle, an welcher oberhalb der Stadt von Steppberg an die Jurakalkschichten in einem hohen Vorgebirge auf das rechte, südliche Donauufer vorragend, wieder mit scharfer Biegung zum Hauptstocke sich zurückwenden. Ein

grosser Theil der Stadt, nämlich der westliche, ruht auf felsigem Untergrunde dieses Gebirgsvorsprungs, der andere breitet sich über das direkt angeschlossene verebnete Vorland aus. Es vertheilt sich mithin der Häusercomplex der Stadt auf theils felsigen, theils lockeren, jüngeren, meist alluvialen Untergrund.

Es sei zur besseren Orientirung noch weiter erwähnt, dass die Jurakalkschichten, welche an dem Aufbau des fränkischen Gebirgs bei Neuburg a. D. theilnehmen, den jüngsten Stufen des Malmsystems angehören. Die hohen, steilen Felsen, auf welchen das Schloss steht, bestehen aus plumpem Felskalke mit vielfachen Uebergängen in dolomitisches Gestein. Nach oben werden diese Kalke von plattigen Lagen bedeckt, dem jüngsten Gliede des Frankenjura, wie sie in der Gegend von Solenhofen bekannt sind und bei Neuburg a. D. noch dadurch sich auszeichnen, dass in den tieferen Uebergangsschichten eine sehr charakteristische Versteinerung — *Exogyra virgula* — in den grossen Steinbrüchen auf den Höhen bei den Schanzäckern und an der alten Burg vorkommt. Diese Plattenkalke reichen dann aufwärts bis Steppberg und breiten sich weithin gegen Mörnsheim und Solenhofen aus, während nach der anderen Richtung hin bei Leisacker eine Korallenkalkfacies sich entwickelt zeigt.

An diesen felsigen Untergrund lehnen sich nun zunächst südlich der Donau die mächtigen, sandig mergeligen Ablagerungen der in der Donauhochfläche so weit verbreiteten oberen Süsswassermolasse an, welche, wie z. B. in dem Eisenbahneinschnitte bei Unterhausen nächst Neuburg a. D., treibholzartige Braunkohlenstücke beherbergt und nach anderweitigen Erhebungen der oberen Miocänstufe zuzurechnen ist.

Nördlich der Donau treten dafür Süsswasserbildungen auf, welche z. B. bei Leisacker sehr zahlreiche Reste von

Land- und Süsswasser-Conchylien umschliessen, namentlich *Helix sylvana* mit ihrer Begleitfauna. Derartige in kleinen Landseen entstandene, z. Th. mit Braunkohlen vergesellschaftete Tertiärkalke ziehen sich über die Jurahöhen bis gegen Eichstädt hin.

Von noch jüngeren Ueberdeckungen sehen wir alpines Geröll und Löss in der Gegend oft in beträchtlicher Mächtigkeit verbreitet, wie sie sich in der ganzen Donauhochebene vorfinden. Dass es auch an alluvialen Bildungen nicht fehlt, ist von sich selbst verständlich. Was aber der Neuburger Gegend in dieser Beziehung ein besonderes Interesse verleiht, besteht darin, dass in nächster Nähe das so merkwürdige grosse Donaumoos liegt, welches nur durch eine ganz niedere Geröllanhäufung vom jetzigen Donauthal bei Neuburg abgetrennt ist und sich wie ein aus der Tertiärzeit stammendes, nach und nach versumpftes, altes Seebecken ansieht.

Deutet dieses Zusammentreffen verschiedener geologischer Verhältnisse, die sich auf die nächste Umgebung von Neuburg a. D. concentrirt zeigen, schon an sich auf aussergewöhnliche geologische Vorgänge, welche sich nach und nach hier vollzogen haben, so tritt dies noch besonders auffällig bei den Veränderungen hervor, welche der Lauf der Donau mit der Zeit hier erfahren hat. Es unterliegt nämlich keinem Zweifel, dass noch zu Anfang der Diluvialzeit der grosse Juravorsprung zwischen Steppberg bis Neuburg vom Donauthale nicht durchbrochen war, sondern dass die Donau durch diesen mächtigen Felsdamm aufgestaut, ihren Weg durch das Wellheimerthal nach Dollenstein nahm und von da an dann im jetzigen Altmühlthal abfloss. Es bürgen für diese Annahme die Ablagerungen quartärer Gerölle aus alpinem Gesteinsmaterial bei Hütting, Walting, Riedenburg u. s. w.

Erst später wurde die wahrscheinlich schon vorhandene, aber noch nicht zureichend vertiefte Spalte der Jurakalk-

felsen zwischen Steppberg und Neuburg dem Zuge der Donaugewässer geöffnet und es nagten sich dann mit der Zeit die Fluthen die lange, felsige Thalschlucht weiter aus, durch welche jetzt die Donau hier strömt.

Es ist hier nicht der Ort, auf diese so interessanten Veränderungen in der Ausgestaltung der Oberfläche näher einzugehen. Es genügt, gezeigt zu haben, dass Neuburg a. D. in der That an einem geologischen Knotenpunkte liegt und dass unterirdische Vorgänge, welche sich jetzt an der Oberfläche in Form von Erderschütterungen bemerbar machen, wohl auf die eigenartige geologische Bauart des Untergrundes dieser Gegend zurückgeführt werden dürfen.

Wir theilen nun zunächst die verschiedenen Berichte über die wahrgenommenen Erscheinungen ohne weitere Kritik mit.

An die k. meteorologische Centralstelle sind folgende Stationsnachrichten eingelaufen:

1) Von Neuburg a. d. D.: Am 22. Februar Nachmittags 2 Uhr 40 Min. ertönte ein heftiger Schlag, welcher von einem kurzen unterirdischen Rollen begleitet war, so dass in vielen Häusern die Fenster klirrten. Derselbe bewegte sich anscheinend in der Richtung von W. nach O. In der unteren Stadt (Alluvialboden) wurde derselbe so heftig verspürt, dass die Inwohner der umliegenden Strassen erschreckt aus ihren Häusern eilten.

2) Möckenlohe (NNO. von Neuburg, in der Luftlinie 10 klm entfernt): Am 22. Febr. Nachmittags 2 Uhr 45 Min. ein starker Erdstoss von SO. nach NW. begleitet von donnerähnlichem Rollen verspürt; Dauer etwa 5 Sekunden.

3) Ochsenfeld (N. von Neuburg, in der Luftlinie 12 klm): Erschütterung des Pfarrhauses, Klirren der Fenster; Stunde nicht festgestellt. Bewegungen von Gegenständen wurden nicht bemerkt, wohl aber schien es, als ob Jemand im oberen Stock des Gebäudes oder auf dem Getreideboden einen schweren Gegenstand umgeworfen hätte.

4) Nachrichten, dass keine Erderschütterungen wahrgenommen worden sind, liefen ein von:

Eichstädt (N. von Neuburg, 17 klm) mit dem Bemerken, dass auf dem 6 klm SW. von Eichstädt liegenden Hauptbahnhof (Wasserzell) eine Erschütterung wahrgenommen worden sein soll.

Hofstetten (NO. von Neuburg, 18 klm).

Ingolstadt (O. von Neuburg, 17½ klm).

Holnstein (NNO. von Neuburg, 50 klm).

Velburg (NNO. von Neuburg, 64 klm).

Herr Reallehrer Gradl berichtet, dass er am 22. Febr. in seiner Wohnung sich befand, als auf einmal unter dumpfem Getöse das Haus so erschüttert wurde, dass die Fenster klirrten. Es war so, als ob ein mächtiger Baumstamm mit aller Wucht zu Boden fiele und ein paar Augenblicke lang in rollender Bewegung wäre. In vielen Häusern glaubte man, es falle der Kamin ein, oder es werde ein schwerer Kasten umgeworfen. In der gegen Südosten gelegenen Münchener Strasse (Alluvialboden) liefen die Leute aus den Häusern, weil man vermuthete, es sei der Dampfkessel eines nahe liegenden Schneidwerks explodirt. Einem Arbeiter, welcher im Holzmagazin einer Wagenfabrik beschäftigt war, kam es plötzlich vor, als ob ein sogenannter Durchzugsbalken entzweibreche. Leute, welche auf dem Kanapee lagen, sprangen auf, weil sie fürchteten, das Möbel falle um, und eine kranke Dame hatte das Gefühl, dass sie aus dem Bett fallen würde. In dem Garderobezimmer eines Offiziers wurden die bereits vorhandenen Risse in den Wänden merklich erweitert. Ein mit Zeichnen beschäftigter Lehrer in der Realschule musste die Arbeit unterbrechen, weil der Tisch heftig erschüttert wurde.

Die Erschütterung soll zwar nicht in allen Häusern wahrgenommen worden sein, war aber sonst über die ganze Stadt verbreitet.

Was die Umgegend von Neuburg betrifft, so glaubte man sowohl zwischen Heinrichsheim und Marienheim (SO. von Neuburg, $2^1/_2$ klm) als auch im Dorfe Attenfeld (N. von Neuburg, $5^1/_2$ klm) einen Kanonenschuss von Ingolstadt her zu hören. Die Erschütterung wurde sehr merkbar wahrgenommen in: Grünau und Mohrenfeld (O. von Neuburg, 6 klm), in Wagenhofen (S. von Neuburg, 4 klm) und in Bittenbrunn (NW. von Neuburg, $1^1/_2$ klm). Bei Weichering (O. von Neuburg, 10 klm) sprangen Arbeiter, welche mit Kiesgewinnung beschäftigt waren, aus der Grube, weil sie fürchteten, verschüttet zu werden.

Aus allen diesen Berichten geht hervor, dass dieses Erdbeben kein sehr heftiges und ein auf einen sehr kleinen Erschütterungsraum beschränktes war, das weder nach Ingolstadt, noch nach Eichstädt reichte und sein Epicentrum in Neuburg oder in seiner nächsten Nähe gehabt zu haben scheint. Dabei ist bemerkenswerth, dass in Neuburg selbst wenigstens ein auffälliger Unterschied in dem Grad der Erschütterung in den verschiedenen theils auf festem Fels, theils auf alluvialem Schutt gebauten Stadtvierteln sich nicht bemerkbar gemacht hat. Aus der Angabe, dass die Bewegung zuerst 2 Uhr 40 Min. in Neuburg und 2 Uhr 45 Min. in dem 10 klm entfernten Möckenlohe wahrgenommen wurde, möchte ich bezüglich der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erschütterung keine Schlüsse ziehen, weil hier doch ein ungleicher Gang der Uhren stattgefunden haben könnte.

Was nun die Ursache dieses rein örtlichen Erdbebens anlangt, so muss zunächst daran erinnert werden, dass wir es hier weder mit einem sog. tektonischen, viel weniger noch mit einem vulkanischen Erdbeben zu thun haben. Die im Voranstehenden gegebenen Andeutungen über den geologischen Bau des Untergrundes dieser Gegend legen die Annahme nahe, dass an dem Kreuzungspunkte des alten Abbruchrandes des Juragebirges und der Donauthalspalte in der Tiefe eine höhlen-

artige Ausweitung im Laufe der Zeit durch die auf den Klüften reichlich circulirenden Gewässer sich gebildet haben mag, durch deren endlichen Einsturz (oder durch Loslösung eines Theils der Höhlenwandung) die als Erdbeben empfundene Erschütterung hervorgerufen wurde. Dass eine solche Bodenbewegung am stärksten da gespürt wird, wo ein Uebergang von sehr verschiedenartig gelagertem Gesteine, wie Geröll und Jurakalk stattfindet, ist allgemeine Erfahrungssache und trifft auch hier in Neuburg ein. Eine solche unterirdische Höhlenbildung ist um so wahrscheinlicher, als der zur Entstehung von Höhlen so sehr geneigte Frankendolomit, welcher bei Neuburg nur in beschränkter Weise zu Tage hervortritt, nach der geologischen Constitution im Untergrunde als mächtig entwickelt angenommen werden darf.

So weit uns Nachrichten von früheren Erdbeben, die allerdings bis in die jüngste Zeit sehr dürftig sind, bekannt wurden, ist in Neuburg a. D. bis jetzt nur 1763 eine schwache Erschütterung wahrgenommen worden. Man war allerdings bis vor Kurzem allein auf Zeitungsnachrichten bezüglich etwa da oder dort eingetretener Beben angewiesen, da bei dem im Ganzen seltenen Vorkommen von solchen Naturereignissen in Bayern es sich hier als unthunlich erwiesen hat, eigene kostspielige Veranstaltungen zum Zwecke ihrer Beobachtungen zu treffen. Erst seitdem die k. meteorologische Centralstation in München von 1879 an in dankenswerthester Weise auch die Erderschütterungen in den Kreis ihrer Beobachtungen gezogen hat und die erhaltenen Anzeigen veröffentlicht, sind für Bayern festere Anhaltspunkte gewonnen worden.

Trotz dieses Mangels älterer zuverlässiger Angaben dürfte es doch nicht des Interesses entbehren, eine Zusammenstellung der bekannt gewordenen Nachrichten über in Bayern wahrgenommene Erdbeben zu versuchen. Nicht als ob eine solche Liste irgend Anspruch auf auch nur annähernde Vollständigkeit beanspruchen wollte, kann sie doch als weiter Rahmen

dazu dienen, nach und nach die hier noch fehlenden Beobachtungen nachzutragen. Da in Bayern selbst nach allen bisherigen Wahrnehmungen nur ganz vereinzelte Erschütterungscentren liegen und die hier verspürten Beben gleichsam nur die Ausläufer von solchen Bewegungen sind, die in der näheren oder entfernteren Nachbarschaft stattgefunden haben, so schien es zweckentsprechend, auch die in den nächst benachbarten Anschlussgebieten bekannt gewordenen Erderschütterungen mit in die Liste aufzunehmen. Die hier mitgetheilten Angaben sind den Nachrichten entnommen, welche Rasch, Beuther, v. Hoff, Perrey, Mallet, Fuchs, Nöggerath und Andere über Erdbeben[1]) geliefert haben, oder welche aus Zeitungen geschöpft werden konnten. Die bei der k. meteorologischen Centralstation gesammelten Beobachtungen sind durch den Beisatz M. C. S. gekennzeichnet.

786.

Grosses Erdbeben in Bayern. (B.)

838.

Am 18. Februar Abends Erdbeben zu Mainz, Worms, Speyer.

841.

Am 2. Juni heftige Erschütterung in Würzburg mit mehr als 20 Stössen. (B.)

855.

Am 1. Januar Erdbeben zu Mainz, Worms und vielleicht Würzburg.

1021.

Grosses Erdbeben in Bayern, auch in Basel mit grossen Verheerungen wahrgenommen.

---

1) Bei dieser Aufzählung sind die schwächeren Erschütterungen in den mittelrheinischen Gegenden, Mainz, Frankfurt, Darmstadt, im Odenwald und in Strassburg nicht angeführt.

1048.

Am 15. auf den 16. Okt. Erdbeben in Constanz.

1081.

Am 26. März oder April Erdbeben in Deutschland, besonders in Mainz, mit unterirdischem Brüllen.

1112.

Am 3. Januar heftiges Erdbeben in Rothenburg mit grossen Zerstörungen.

1116.

Am 3. Januar Erdbeben in Constanz und in Württemberg (Zwiefalten). Ob nicht durch Verwechselung identisch mit dem vom Jahre 1112?

1138.

Am 5. Juni heftiges Beben in Würzburg, wobei 20 Stösse verspürt wurden. (B.)

1146.

Fünfzehn Erdstösse in 24 Stunden in Mainz bis in die Schweiz verspürt.

1198. (1197?)

Am 4. Mai grosses Beben im „Beyerland, Nordskaw an dem Behmerwald". (R.)

1212.

Stösse während 6 Monaten in Bayern.

1221.

Erdbeben in Brixen und in Tirol, auch in der Lombardei und besonders heftig in Cöln, wo Häuser einstürzten.

1289.

Erdbeben am Rhein und in Deutschland; Einstürze bei dem Bau des Münsters in Strassburg.

1329.

Am 22. Mai Abends Erdbeben zu Prag, in ganz Böhmen und in Bayern.

1348.

Am 25. Januar sehr starke Erschütterung in Wien, wobei viele Kirchen, Schlösser und Häuser einstürzten; auch in Bayern, namentlich in Regensburg, dann in Villach und Basel verspürt, dauerte 40 Tage. Es soll selbst in Rom und Neapel wahrgenommen worden sein.

1356.

Am 18. Oktober starkes Erdbeben in Rothenburg, wobei die Quelle des Wildbads zum Vorschein kam. Dasselbe wurde in Strassburg wahrgenommen und verwandelte Basel in einen Trümmerhaufen. (B.)

1357.

Am 14. Mai zwischen 7 und 8 Uhr Mgs. Erdbeben in Strassburg, das bis nach Spanien und Deutschland reichte.

1471.

Zu Nördlingen wurde der Thurm der Pfarrkirche am Montag vor Auferstehungstag umgeworfen. (Lemp.)

1511.

Am 27. März in Nördlingen und an vielen Orten in Ries ein Erdbeben. (Kissling.)

1517.

Am 26. Juni heftiges Beben in Nördlingen, durch welches der Einsturz des Pfarrkirchthums bewirkt wurde. Hierüber berichten die Nördlinger Chronisten nach der gefälligen Mittheilung des Herrn Rectors und Archivars Ch. Mayer in Nördlingen Folgendes:

„Hierauf hat sich am 26. Juni (Juli?) ein grausamer Sturmwind erhoben, der einem Erdbeben ähnlich, welcher in und um die Stadt über 2000 Häuser und Städel hart beschädigt, theils (auch die Kirchen auf St. Emmeransberg) gar niedergerissen, sonderlich die hiesigen Stadtthürme sehr erschüttert hat. Nach diesem erfolgten einige Donnerwetter mit grossen Steinen, durch welches alles übrige ruinirt wurde. .... Wie denn auch durch den vorn erwähnten Wind und

Erdbeben die St. Emmeranskirche umgerissen (der kurz ausgebrandte Thurm war stehen geblieben), die Barfüsserkirche sehr ruinirt und erschüttert, an der Carmeliterkirche die halbe Gibelmauer eingerissen, Berger- und Bopfingerthorthürme hart erschüttert und sonst an Häuser und Gärten, Bäume etc. grossen Schaden gethan, der sich über 24 000 fl. belaufen" (Weng).

„Auf St. Johann und Peter Paul der 26. Brachmonats zu Nachts um 7 Uhr kam ein solch grausames Wetter mit einem grossen Sturmwind und mit einem Erdbeben; das Wetter that Schaden alhier und im ganzen Riess. St. Emmeranskirche warf der Wind nieder. Etliche Thürme wurden hart erregt. . . . Den 26. Brachmonats hat der Wind 2. Steine von Pfeilern an St. Georgen Kirchenthurm abgeweht." (Kissling.)

1528.

Am 19. Januar um 2 Uhr Mittags Erdstoss zu Mainz. (R.)

1533.

Erdbeben am Bodensee und in der Schweiz. (B.)

1536.

Erdbeben zu Neustadt an der Orla (auch zu Wien.) (R.)

1552.

Am 6. März Erdbeben in Eger.

1556.

Am 24. Januar Erdbeben in Bayern, 4 Tage dauernd, sich bis nach Oesterreich, Ungarn, Kroatien und Dalmatien erstreckend. (B.)

1570.

Am 6. Dezember Erdbeben in Italien, das auch in Strassburg und Speyer gespürt wurde.

1571.

Am 19. Februar leichter Stoss zu Basel, Strassburg und im ganzen Elsass. Am 1. November Stösse in Innsbruck.

1572.

Am 22. Januar heftiges Beben durch drei Tage hindurch in Franken; von Innsbruck wird der 28. angegeben. Die Erscheinungen schienen identisch zu sein. Auch in München und Augsburg sollen am 28. Stösse verspürt worden sein.

1577.

Ohne bestimmtes Datum Erschütterungen zu Strassburg und Hagenau.

1588.

Bedeutendes Erdbeben in Grossgerau bei Darmstadt.

1590.

Am 12. und 13. September heftiges Erdbeben in Wien, das bis Nördlingen gespürt wurde. Der Chronist Lemp berichtet hierüber: „Es hat auch im Monat Septembri zu Wien in Oesterreich umb den 12.—13. hujus mensis wie auch alhier zu Nördlingen und anderen Orten mehr gespürt worden, grosse Erdbibem geben, welche etlicher Orten sonderlich grossen Schaden gethan haben."

1601.

Am 7. und 8. September früh zwischen 1 und 2 Uhr wurde in München, Augsburg und Speyer ein Erdbeben gespürt. Der Chronist Weng in Nördlingen berichtet: „Den 27. Nov. (wohl irrthümlich statt 7./IX.) des Morgens zwischen 5 und 6 Uhr haben wir in hiesiger Gegend ein starkes Erdbeben, welches den Galgenberg guten Theils von einander gerissen." Der Chronist Kissling dagegen führt richtig an: „Anno 1601 den 7. Septembris Morgens umb 9 und 10 Uhren war ein Erdbiben, der riss den Galgenberg von einander einen guten Theil." Dasselbe wurde auch in Frankfurt a/M. wahrgenommen.

1607.

Erschütterung zu Ebersklingen bei Würzburg.

1619.

Am 19. Januar Morgens 6—7 Uhr Erdbeben zu Frankfurt, Wiesbaden, bis Königsberg verspürt.

1624.

Am 29. November Erschütterung in der Pfalz. (Andere Angaben gehen auf das Jahr 1623.)

1625.

Erschütterung zu Ebermannsstadt. (v. Hoff.)

1626.

Im Januar Erdbeben an der Bergstrasse und zu Worms.

1642.

Am 18. November Erschütterungen zu Speyer, Darmstadt, Worms, Mainz, Cöln.

1667.

Am 30. Juni heftige Stösse zu Innsbruck. Bern, Schaffhausen und Salzburg wahrgenommen.

1670.

Am 7. Juni (?) grosses Beben in Innsbruck, Augsburg, Donauwörth, Nürnberg gespürt. Wohl dasselbe ist es, von dem der Chronist Weng in Nördlingen berichtet: „Den 7. Juli liess sich allhier ein Erdbeben verspüren, welches man aber nicht an allen Orten der Stadt verspürt hat.“

1682.

Am 2. Mai Morgens 2—3 Uhr weit verbreitetes Erdbeben im Elsass und Lothringen bis in die Schweiz und Thüringen sich erstreckend.

1689.

Am 11. Dezember heftige Erdstösse in Innsbruck und Augsburg, welche sich am 21. heftig wiederholten.

1690.

Am 24. Nov. in der Nacht zwischen 3 und 4 Uhr hat man allhier (Nördlingen) ein Erdbeben verspürt, welches von vielen hundert Menschen vermerket worden. (Weng.) Dieses Erdbeben ist sicher dasselbe, welches vom 5. Dez. von Wien angeführt wird; das richtige Datum scheint 5. Dez. zu sein.

1690.

Am 4. Dezember um 3 U. Morgens fürchterliches Erdbeben in Wien, durch welches der Stephansthurm beschädigt wurde. Es wiederholte sich in einem 2. schwächeren Stoss Abends 7 Uhr. Man verspürte dasselbe auch in Bayreuth, Strassburg, Heidelberg, Frankfurt.

1720.

Am 20. Dezember Morgens $5^1/_2$ Uhr Erschütterung in der Schweiz und in Lindau.

1728.

Am 3. August Abends zwischen 4 und 5 Uhr Erdbeben am Oberrhein, in der Schweiz, zu Strassburg, in der Pfalz bis nach Aschaffenburg reichend mit 5 Stössen.

1733.

Am 18. Mai Mittags 2 Uhr drei Erdstösse von Hanau bis Darmstadt und Mainz.

1737.

Am 11. u. 12. Mai verspürte man Erschütterungen in Landau (Pfalz); in Carlsruhe dauerten die 67 starken Stösse bis zum 28. Mai. Leichte Stösse wurden auch in Ulm gleichzeitig mit gewaltigen Stürmen verspürt.

1750.

Am 24. Juni Beben in München und Landshut verspürt. (v. H.)

1755.

Am 1. November fand das furchtbare Erdbeben von Lissabon, welches auch am Bodensee, in Augsburg, Donauwörth und Ingolstadt wahrgenommen wurde, statt. Von den oberbayerischen Seen wird berichtet, dass sie sehr erregt waren und in heftige Wallung geriethen, namentlich der Walchen-, Achen- und Hechtsee. Am Rhein war es unbedeutend.

1755.

Am 9. Dezember Nachzuckungen des Bebens vom 1. Nov. in Lissabon, die man bis Augsburg und Ansbach spürte.

1755.

Am 19. Dezember Beben in Augsburg, Ulm, Stuttgart und längs dem Rhein. Es scheint sich am 26. Dez. wiederholt zu haben.

1756.

Am 18. u. 19. Februar grosses Erdbeben durch Mitteleuropa mit starken Zerstörungen, wurde in Worms, Nürnberg, Erlangen wahrgenommen.

Am 22. bis 24. Mai Erschütterungen in Augsburg, Ulm, Mannheim und Worms.

1761.

Am 1. März weit durch Deutschland verbreitete Erschütterung.

1763.

Am 28. Juni Morgens 5 Uhr furchtbares Erdbeben in Ungarn mit grossartigen Verheerungen, wurde aber in den Bergwerken nicht wahrgenommen. Es dehnte sich über Wien bis Neuburg und Donauwörth aus.

1769.

Am 4. August Abends 4 Uhr heftige Stösse während 17 Minuten zu Augsburg, Günzburg, Ulm, Nürnberg.

Das grosse Erdbeben zu Eichstädt und Berching vom Jahre 1769 dürfte damit zusammenfallen.

1771.

Am 11. August Morgens 9 Uhr so heftige Erdstösse zu Memmingen, Augsburg bis zum Rhein (Schaffhausen, Durlach), dass der Gottesdienst unterbrochen wurde.

1776.

Am 28. November Erschütterungen in Mannheim, wiederholt 1778 am 2. April, dann am 5. Februar 1783 und am 14. Mai 1784.

1778.

Am 22. Mai Morgens $3^1/_2$ Uhr heftige Bewegung in Augsburg und am 25. d. M. in Ulm.

1784.

Am 12. November heftige Erdstösse im Bisthum Speyer.

1785.

Am 11. Dezember Morgens $2^1/_2$ Uhr Erschütterung zu Weissenburg im Elsass.

1786.

Am 10. März Erdstösse in der Pfalz.

Am 25. August Erdstösse zu Mainburg. (?)

1787.

Am 26. August um 1 Uhr früh ein Erdstoss am Peissenberg. Am 27. August $^3/_4$ nach Mitternacht zwei Erdstösse zu München, Augsburg, Dillingen, Kempten, Landshut, Regensburg, Innsbruck, auch in Zürich und Basel gespürt.

1787.

Am 4. November heftige Erschütterungen in Mannheim, Heidelberg, Grossgerau, Hanau.

1789.

Am 13.—16. Juli Erschütterungen in Mannheim und Oggersheim.

1796.

Vom 3. auf den 4. März ein Erdstoss zu Ulm.

1802.

Am 2. Januar Morgens 6 3/4 Uhr Erdstösse in Strassburg, die sich bis in den November hinein wiederholten und am 8. Nov. auch in Weissenburg wahrgenommen wurden.

1805.

Am 21. März Beben in Innsbruck.

Am 9. Mai Erschütterung zu Strassburg, Bischweiler und Hagenau.

1805.

Am 18. August Erdstoss in Eger.

1807.

Am 22. Dezember Erschütterung in Würzburg und Düsseldorf gespürt.

1812.

Am 25. Oktober früh 7,55 Uhr ein Stoss von einer Minute Dauer in Innsbruck, auch in Trient wahrgenommen.

1817.

Am 19. August gegen 5 Uhr Abends ein so heftiger Erdstoss in Innsbruck, dass die Glocken anschlugen.

1818.

Am 22. Juli 10 Uhr Abends Erschütterung zu Innsbruck mit Gewitter.

1819.

Am 10. April verbreitetes Erdbeben in München, Augsburg, Landshut und Innsbruck wahrgenommen.

Am 24. Juni leichte Erdstösse in München.

Am 28. Juli ein heftiger Erdstoss in München.

Am 20. Dezember um 7,55 U. früh Stösse zu Mittenwald in der Richtung von S. nach N.

1820.

Am 17. Juli Morgens $7^1/_2$ U. ziemlich starke Erschütterung in Innsbruck; auch in Schwaz wahrgenommen.

Am 12. Dezember Erschütterung in Innsbruck und am 15. d. Mts. in Tirol und in Salzburg.

1822.

Am 27. Februar ein Erdstoss in Neuhausen bei Landshut, in Folge dessen ein Haus einstürzte und das Kirchengewölbe schadhaft wurde. (Ob nicht ein Erdrutsch?) (Nach anderer Angabe am 8. Februar.)

Am 28. November Morgens 10,50 U. ein starkes Erdbeben, das in Speyer, Strassburg und auch in München gespürt wurde. Für Nördlingen ist die Angabe zweifelhaft. Eine andere Angabe bezieht sich auf den 26. Nov. mit Beobachtungen von Carlsruhe, Stuttgart und Nördlingen.

1823.

Am 4. Februar Erschütterung in der Maingegend, namentlich zu Emskirchen; auch in Leipzig wahrgenommen.

Am 18. Oktober Erschütterungen in Münchberg (Fichtelgebirge).

Am 21. November $9^1/_2$ U Abends Erdbeben zu Strassburg.

1824.

Am 9. und 13. Januar Erdstösse im Fichtelgebirge, welche wohl mit den am 18. in Eger und Falkenau verspürten in Zusammenhange stehen.

Am 17. August Morgens 10—11 U. Erdstösse zu N. Beerbach (Rheinhessen).

1825.

Am 5. Januar leichte Stösse zu Preuschdorf bei Weissenburg im Elsass.

Am 23. Dezember Morgens 5 U. Erschütterung in Strassburg; auch in Mannheim wahrgenommen.

1826.

Am 23. Juni Abends $8^1/_2$ U. und am 24. Morgens $4^1/_2$ U. Erdstösse in Tirol, von Innsbruck bis Trient und Roveredo.

Am 8. September früh $1^1/_2$ Uhr heftige wellenförmige Erschütterung zu Innsbruck.

Am 15. Dezember Nachmittags Erdbeben in Augsburg, Montafon, Innsbruck. In Augsburg waren die Stösse Abends $8^1/_2$ U. heftig, wellenförmig in der Richtung von O. nach W. und wiederholten sich an den folgenden Tagen.

1828.

Am 12. Januar ein leichter Erdstoss in der Richtung von NW. nach SO. zu Hohen-Memmingen, NO. von Ulm.

Am 29. November weitverbreitete Erschütterung in Lothringen und Belgien, auch in St. Wendel wahrgenommen.

1829.

Am 22. April Abends $9^1/_4$ U. Erdbeben zu Köln, in der Eifel, bis St. Wendel verspürt.

Am 30. November Abends 8 U. ein leichter Stoss zu Innsbruck, am nächsten Tag sich wiederholend.

1830.

Am 3. Dezember früh 8 U. eine von NW. nach SO. gerichtete Erschütterung zu Innsbruck, wodurch die Möbel in Bewegung geriethen.

1836.

Am 20. Juli um Mittag heftige Erdstösse zu München und Innsbruck, die auch in Oberitalien gespürt wurden.

1837.

Am 31. Mai früh $5^1/_4$ U. zwei heftige Erdstösse zu Innsbruck.

In der Nacht vom 2. zum 3. November leichter Stoss zu Karlsruhe.

1838.

Am 21. Januar $7^1/_2$ U. früh Erdbeben in Schweinfurt, vielleicht Vorläufer des Erdbebens vom 23. in Wien.

1839.

Am 7. Februar Erschütterung in den mittelrheinischen Gegenden (Karlsruhe, Heidelberg), bis Stuttgart verspürt.

1840.

Am 19. Oktober Erdbeben zu Mitterfels im bayerischen Walde, NO. von Straubing.

1841.

Am 16. Oktober Erschütterung zu Werfen im Salzachthale, S. von Salzburg.

1845.

Am 21. April Erschütterung zu Oppenheim in Rheinhessen.

1846.

Am 29. Juli, Abends $9^3/_4$ U. grosses Erdbeben am Niederrhein, welches bis Strassburg und Freiburg, selbst auch noch in Würzburg und Schweinfurt, wahrgenommen wurde.

1851.

Am 12. Juli in der Nacht 3,30 U. Erschütterungen in den Vogesen.

1855.

Am 25. Juli grosses Walliser Erdbeben von Visp, scheint nicht in Tirol wahrgenommen worden zu sein, wurde jedoch gespürt in Coburg, Ingolstadt, Stuttgart, Zweibrücken und Saarbrücken. Gleichzeitig herrschte in München ein furchtbarer Sturm.

1856.

Am 12. Januar Morgens 5 U. Erdstoss in Meisenheim, gleichzeitig mit dem Erdbeben zu Lissabon.

Am 12. Oktober in Reuti bei Seefeld in Tirol.

1857.

Am 7. Juni Beben in Sachsen und Thüringen.

1858.

Am 28. Januar Stösse in Passau.

Am 24. Mai Abends vor 6 Uhr drei heftige Stösse in Mainz, Eppstein und Mannheim.

1865.

Am 21. Februar 1,40 U. Mittags heftige Erschütterung zu Kundel im Innthale, am 22. wiederholt.

1865.

Am 24. Juli Erschütterungen in Innsbruck, wiederholt am 6. Nov. Mgs. 5,43 U. in Innsbruck, Rattenburg, Kufstein.

1869.

Am 13. Januar Erschütterungen in Darmstadt und Aschaffenburg.

Am 17. Juni Beben in Eger.

Am 22. Oktober Nachts 11,40 U. Erdbeben am Niederrhein, bis Lebach, Saarbrücken und St. Wendel wahrgenommen.

Am 30. Oktober Beginn des rheinischen Erdbebens von Grossgerau, das bis in den Juni 1872 andauerte. Die Bewegung vom 30. Oktober wurde in Saarbrücken und Aschaffenburg verspürt. Die einzelnen Erschütterungen während dieser Zeitperiode in dieser Gegend, z. B. in Darmstadt u. s. w., werden in Folgendem nicht weiter angeführt.

1869.

Am 25. November Morgens $3^1/_2$ Uhr Erschütterung in Innsbruck.

1870.

Am 18. März Mgs. 5,10 U. heftiges Beben in Friedrichshafen am Bodensee.

Am 19. April Erschütterungen im Unterinnthale, namentlich in Kundel.

1871.

Am 10. Februar Erschütterungen Mgs. 5,26 U. durch die ganze Rheinpfalz, verspürt von Mannheim bis Saarbrücken. Dieselben mögen mit den Grossgerauer Beben zusammenhängen, das sich am 25. bis nach Aschaffenburg fühlbar machte.

Am 15. Februar wiederholte Stösse im Unterinnthale zu Kundel.

Am 29. auf den 30. August Erschütterungen im Bad Kreuth.

Am 13. Oktober Abends 8 U. Erdbeben im sächsischen Voigtlande.

1872.

Am 6. März um 4 U. Nachmittags weit verbreitetes Erdbeben durch Deutschland (sog. Mitteldeutsches Erdbeben) von München bis Berlin wahrgenommen. Das Epicentrum lag im Amte Gehren in Thüringen. Erschütterungen wurden u. A. verspürt im Fichtelgebirge, in Culmbach, Bamberg, Würzburg, Cham, Regensburg, München.

Am 23. April Mgs. 7 U. Erschütterungen in Innsbruck.

Am 7. und 8. August ebendaselbst, bis Jenbach im Innthale wahrgenommen.

Am 26. und 27. September Stösse in Salzburg.

1873.

Am 15. Januar Nachts 2,25 U. Beben zu Tauberbischofsheim.

Am 19. Januar 5 U. Morgens starkes Beben in der Rheinebene zu Mannheim, Worms, Dürkheim, am 20. Nachts 2 U. in Heidelberg sich wiederholend.

Am 10. und 11. März, am 27. Okt. u. 20. Dezember Erschütterungen im Grossgerauer Gebiete.

Am 29. Juni 5 U. Morgens grosses Erdbeben von Belluno, welches auch in Salzburg, Rosenheim, Tegernsee und München hier um 4,56 U. wahrgenommen wurde.

Am 7. Oktober Mgs. 3,30 U. Erschütterungen in Mannheim, welche auch in Franken und Württemberg gespürt wurden.

1874.

Am 6. Januar, 12. Februar und 22. Mai Erschütterungen im Grossgerauer Gebiet.

Am 10. Februar heftige Erschütterungen in Württemberg (Stuttgart) bis Heidelberg, Mannheim und Saarbrücken.

Am 13. April Mgs. 3 U. in Framersheim in Rheinhessen Erschütterungen im O.-W. Richtung mit Getöse.

Am 12. November 2 U. Nachts Stösse in Innsbruck, welche sich am 19. Nov. 2 U. Mgs., am 2. Dez. Nachts 1,52 U. und sehr heftig am 3. Dezember wiederholten.

1875.

Am 3. März Mittags 4,30 Uhr Erschütterungen in Kufstein.

Am 23. November Nachts 12,50 U. Beben im Vogtlande zu Plauen, Reichenbach, Oelsnitz, aber weder in Hof, noch in Hirschberg wahrgenommen.

Am 13. Dezember Erschütterungen in der Bodenseegegend.

1876.

Am 5. Januar Nachts 12 U. schwaches Beben in Innsbruck, ebenso am 22., 23. und 27. Mai.

Am 7. Mai Abs. 8,30 U. starkes Beben in Reichenhall.

Anfangs Juli, am 5. August und 7. September wiederholtes Beben im Grossgerauer Gebiet.

Am 17. Juli Erdbeben von Scheibbs, das sich bis Wien, Passau und Dresden erstreckte.

Am 17. August Erschütterung in Kitzingen.

1877.

Am 27. Februar heftige Erdstösse zwischen Obernbreit und Iffigheim bei Kitzingen.

Am 11. März Abends 6,20 U. Erschütterungen in Innsbruck und Hall.

Am 8. April Abends 7,40 U. heftige Erschütterung in Rattenberg im Innthale.

Am 11. Oktober Mgs. 10,35 U. ebendaselbst.

1878.

Am 3. Januar Abends 7,46 U. Erschütterungen in Innsbruck, die sich am 10. Abds. 10,15 U., am 2. Februar Abds. 8,40 U. und am 9. August wiederholten.

Am 5. Februar Morgens 6,46 U. Beben in Heidelberg.

Am 29. März Morgens 8,52 U. Erschütterungen in Strassburg.

Am 19. Juli heftiges Erdbeben zu Jenbach im Innthale.

Am 26. August Morgens grosses niederrheinisches Erdbeben mit einer Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 7 Meilen in der Minute bei einer Herdtiefe von beiläufig 8,77 Meilen, erstreckte sich bis Kaiserslautern, Landstuhl, Homburg und Strassburg.

Am 14. und 15. Dezember Erschütterungen in Seefeld bei Mittenwald.

1879.

Am 9. Februar starkes Erdbeben zu Elmen im oberen Lechthale, von S. nach N. verlaufend.

Am 17. Februar Abends $8^1/_2$ U. starke Erdstösse in Kufstein, noch heftige in Kiefersfelden; auch in Audorf gespürt.

Am 19. November Morgens $5^3/_4$ U. leichte Stösse in Innsbruck.

Am 29. November Abends 7 u. $9^1/_2$ U. Erdstoss von SW. nach NO. gerichtet in Kiefersfelden. (M. C. S.)

Am 6. Dezember Morgens $4^1/_2$ U. ein Erdstoss von SO. nach NW. in Metten. (M. C. S.)

1880.

Am 24. Januar Abends 7,41 U. starkes pfälzisches Erdbeben, dessen Centrum mit den Orten Wörth, Langenkandel, Billigheim und rechtsrheinisch mit Maxau, Daxlanden und Neureuth bezeichnet wird, erstreckte sich bis Zweibrücken einerseits, bis Stuttgart und Steinheim andererseits. In Landau (M. C. S.) wurde es Abends 7,47 U., 2 bis 3 Sek. dauernd, in O. nach W. verlaufend, wahrgenommen. Fensterklirren wurde nicht beobachtet.

Die Stösse wiederholten sich Nachts 11—12 U. und am 25. Morgens 3,35 U.

Am 5. März Erdbeben im ganzen inneren Bregenzer Walde.

Am 4. Juli grosses Erdbeben in der Po-Ebene, durch die Schweiz bis nach Constanz und in den Schwarzwald reichend.

Am 26. Juli Morgens 8,23 U. Erzitterung des Bodens zu Sulzbürg bei Neumarkt. (M. C. S.)

Am 29. August Morgens $1^1/_2$ U. Erschütterung in Innsbruck.

Am 14. November Mgs. 8,25 U. in Mittenwald drei Erdstösse von SSW. nach NNO., der erste Stoss heftig, der letzte schwach. Dieselbe Erscheinung wurde gleichzeitig im benachbarten Scharnitz mit unterirdischem Grollen und Zittern der Möbel (M. C. S.) und um 8,30 U. Mgs. auch in Innsbruck wahrgenommen.

Am 14. Dezember Abends 8 U. Erschütterung in N.-S. Richtung in Mittenwald und Partenkirchen.

1881.

Am 10. auf 11. Februar zwei Stösse in Deggendorf. (M. C. S.)

Am 24. Februar Abends 8 U. Erschütterungen in Ludwigshafen am Bodensee.

Am 23. April Abds. 7,45 U. Erdstoss in Neunburg v. W. in SW.—NO.-Richtung mit donnerähnlichem Rollen (M. C. S.) In S. u. SO. Theil der Stadt wurden 2 Stösse wahrgenommen. Viele Leute eilten bestürzt aus den Häusern. Die Bewegung war an Tischen und Bänken bemerkbar. Gleichzeitig wurde die Erscheinung verspürt in Kroblitz, Eichsendorf, Schwarzhofen, Denglarn, Görnitz, überhaupt im Schwarzachthale. (M. C. S.)

Dasselbe Beben wurde Abends 7,30 U. in Eslarn, NO. von Neunburg v. W., 7 Sek. dauernd, mit anfangs starken, sich nach und nach verschwächenden Undulationen in der Richtung von SSO. nach NNW. beobachtet. (M. C.S.)

Am 19. Juli Abends 9,35 U. heftiges Erdbeben von Arzl bei Innsbruck.

Am 5. November Mgs. 10,15 U. heftiges Erdbeben in Landeck, das sich bis ins Walser Thal und in den Bregenzer Wald erstreckte.

Am 18. November Mgs. 4,53 U. grosses Erdbeben in der Schweiz, das bis zum Bodensee wahrgenommen wurde.

Am 20. Dezember Nachm. 4,45 U. Erdbebenstoss auf dem Hohenpeissenberg mit starkem Sturm.

1882.

Am 23. Januar Mgs. 10,50 U. wellenförmige Erschütterung mit dumpfem Getöse in Bad Oberdorf bei Hindelang. (M. C. S.)

1883.

Am 8. Januar Mgs. 11 U. zu Wegscheid im bayerischen Walde ein Erdbeben in der Richtung von N. nach S. (M. C. S.)

Am 21. Juni Morgens $4^1/_2$ U. Erdbeben in Hohenschwangau ohne nähere Details. (M. C. S.)

Am 29. September Nachts $10^3/_4$ und 11 U. grosses Fichtelgebirgs-Erdbeben mit Getöse, wie wenn ein schwerbeladener Wagen durch die Strassen fährt. (Hof.) Wahr-

genommen wurde die Erschütterung ausser in Hof noch in Münchberg mit dumpfem Rollen, heftiger im Förbau, wo die Leute aus dem Schlafe geweckt wurden, in Vordorf bei Wunsiedel in der Richtung von W. nach O. um 10½ U. als starkes Rollen und darauffolgendem Stosse, so dass Thüren knarrten, in Selb, in Markleuthen, in Helmbrechts 10,50—52 U. als sehr heftiger Stoss mit Geräusch, als ob ein Courierzug vorbeiführe; dabei wackelten Tische, Bänke, Gläser, so dass die Leute nach der Ursache im Hause herumleuchteten. In Wüstenselbitz wurden gleichfalls Stoss und Geräusch wahrgenommen. (M. C. S.)

1885.

Am 15. Februar Nachts 10¼ U. heftiger Erdstoss mit starken Rollen in Kiefersfelden im Innthale.

Am 2. Mai Nachts 12,5 U. in Passau ein 8 Sek. andauerndes Erdbeben, das auch in Linz beobachtet wurde. Weitere Wahrnehmungen wurden gemacht in Egglkam SW. von Passau 12,26 U. als starker, von S. nach N. verlaufender Erdstoss; in Metten als Erschütterungen der Klostergebäulichkeiten, in Viechtach um 12,15 U. als sehr fühlbare Erschütterung, so dass die Leute aus den Betten zu fallen glaubten, die Thüren knarrten, die Fenster klirrten, kleine Gegenstände umfielen und Urgewichte in Schwingungen versetzt wurden. Nach 1½ Min. Ruhe folgten noch schnell nach einander 3 – 4 Schwingungen. In Asch spürte man die Bewegung um 12½ U. in der Richtung von NO. nach SW.; in Wegscheid war dieselbe ziemlich heftig, in Obernzell um 12,15 U., in Osterhofen um 12,05 U. als zwei leichte, rasch aufeinander folgende Erdstösse, in Ergoldsbach durch das Klirren der Thüren eines Güterwaggons wahrgenommen worden. In Ingolstadt war der Stoss auf dem oberen Stadtpfarrthurme so heftig, dass in einer Kammer nächst den Feuerglocken Kinder aus dem Schlafe geweckt

aus den Betten sprangen. In Burghausen bemerkte man um 12,15 U. zwei heftige Stösse und einen dritten schwächeren. Das Erdbeben wurde ausserdem gespürt in Obernzell, Freyung, Vilshofen, Aidenbach. Griesbach, Landau a./I., Rossbach bei Eggenfelden bis Landshut. (M. C. S.)

Am 29. Dezember Nachts wurde in Partenkirchen ein schwacher Erdstoss in der Richtung SO.—NW. wahrgenommen, wobei in den oberen Stockwerken Betten, Bilder und Tische erschüttert wurden. (M. C. S.)

1886.

Am 15. März Nachts 12½ U. spürte man in Mainz zwei wellenförmige Erdstösse von NO. kommend; es wurden die Leute aus dem Schlafe geweckt und lose Gegenstände umgestürzt. (M. C. S.)

Am 30. August Mittags 2,15 U. wurden in Kastl bei Amberg zwei von W. nach O. gehende, rasch nach einander folgende Erdstösse verspürt und ein Geräusch wie das Rollen eines Brückenwagens über das Pflaster vernommen. (M. C. S.)

Am 28. November weit verbreitetes Erdbeben im bayerischen Voralpenland, trat um 11 U. Nachts in Obergriesbach (Station der Eisenbahn zwischen Friedberg und Aichach) so heftig auf, dass die Mauer an der Westseite des Pfarrhofstadels gehoben und an einer Ecke auswärts gewendet wurde, wodurch starke Risse entstanden. Dasselbe wurde wahrgenommen in München um 11¼ U., in Ingolstadt um 11¼ U., zu gleicher Zeit in Garmisch in der Richtung von SO. nach NW., in Oberstdorf in der Richtung von S. nach N., in Memmingen um 11.20 U. schwach in der Richtung von O. nach W., in Treuchlingen um 11,20 U. bis nach Trogen bei St. Gallen um 11 U. (M. C. S.)

1887.

Am 26. Juli wurden in Obernzell bei Passau um 11,55 U. Vormittags drei ziemlich starke Erschütterungen mit Stössen in der Richtung von NO. nach SW., begleitet

von donnerähnlichen, schwächer werdenden Rollen wahrgenommen. (M. C. S.)

Am 17. Dezember Morgens 3 U. erfolgte in Wiesen im Spessart ein leichter Erdstoss unter donnerähnlichem Getöse, 4 Sek. dauernd. (M. C. S.)

1888.

Am 25. April wurden in den Graphitgruben bei Pfaffenreuth, NO. von Passau, zwei Erdstösse wahrgenommen, durch welche leichte Gegenstände in schwankende Bewegung versetzt wurden. (M. C. S.)

1889.

Am 9. Februar wurden in Neunburg v./W. um 2,15 U. Mittags und 6,10 Abends von N. nach S. verlaufende Erschütterungen von 5—8 Sek. Dauer, begleitet von donnerähnlichem Rollen, wahrgenommen. (M. C. S.)

Am 22. Februar ereignete sich in Neuburg a. D. das eingangs beschriebene Erdbeben. (M. C. S.)

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Oeffentliche Sitzung der königl. Akademie der Wissenschaften

zur Feier des 130. Stiftungstages

am 28. März 1889.

Der Sekretär der mathematisch-physikalischen Classe, Herr C. v. Voit, theilt mit, dass die mathematisch-physikalische Classe im vergangenen Jahre drei ihrer auswärtigen Mitglieder durch den Tod verloren hat, nämlich den Professor der Mineralogie und Geognosie und geheimen Bergrath Gerhard vom Rath in Bonn, den Professor der Physik und geheimen Regierungsrath Rudolf Clausius in Bonn, und den Professor der Physiologie Franz Cornelius Donders in Utrecht.

Gerhard vom Rath.

Gerhard vom Rath, einer der verdienstvollsten und kenntnissreichsten Mineralogen, ist am 23. April 1888 zu Coblenz im Beginn einer nach Italien geplanten Erholungsreise in Folge eines Schlaganfalles aus dem Leben geschieden; er war, wenn auch ermüdet von angestrengter Thätigkeit, doch noch rüstig an Körper und Geist und mit Plänen für weitere wissenschaftliche Untersuchungen beschäftiget. Er

gehörte zu denjenigen Forschern, welche durch rastlose, sorgfältige Arbeit die Wissenschaft um eine grosse Anzahl wichtiger Thatsachen bereichert haben.

Gerhard vom Rath erblickte zu Duisburg am 23. August 1830 das Licht der Welt. Trotz eines sehr ansehnlichen Vermögens wurde er im elterlichen Hause zu Cöln in schlichter Weise erzogen; schon im Gymnasium, welches er im Herbst 1848 absolvirte, zeigte sich der beharrliche Fleiss und die Lust zur Arbeit, die er während seines ganzen Lebens behielt. An die Universität Bonn übergetreten, interessirte er sich zunächst besonders für Mathematik und Astronomie; zur weiteren Ausbildung in diesen Wissenschaften sowie zur Uebung in der französischen Sprache begab er sich im Sommer 1849 nach Genf, woselbst er die Vorlesungen des Astronomen E. Plantamour, des Physikers Pictet und des Geologen A. Favre hörte.

Wie bei so manchem Anderen, wurde auch bei vom Rath durch die herrliche Natur Genfs, durch den Anblick der gewaltigen Berge und durch die Eindrücke bei seinen Wanderungen durch die Alpen, die er von Genf bis Wien zu Fuss durchzog, die Neigung für die Geologie geweckt. So kam es, dass er nach der Rückkehr nach Bonn sich mit den verschiedenen Gebieten der Naturwissenschaft vertraut machte und dann in Berlin, wohin er im Frühjahr 1852 sich begab, vorzüglich bei Ch. S. Weiss und Gustav Rose Mineralogie und Geognosie betrieb und im chemischen Laboratorium bei Rammelsberg arbeitete. Der Einfluss von Gustav Rose, der in richtiger Erkenntniss der Talente des jungen Mannes die Bestrebungen desselben förderte und ihn in den glänzenden Kreis der damaligen Berliner Naturforscher einführte, war für die Richtung, die vom Rath nun einschlug, bestimmend; denn er begann die von den Gebrüdern Rose mit so grossem Erfolg betretene Bahn weiter zu führen.

Nachdem er auf Grund einer Dissertation, welche von

der chemischen Zusammensetzung des Wernerits und von der Veränderung dieses Minerals durch die Verwitterung handelte, im Juli 1853 zu Berlin zum Doktor promovirt worden war und dann noch mehrmals längere Zeit bei den Gebrüdern Rose wissenschaftlich thätig gewesen war, kehrte er in seine rheinische Heimath zurück. Er blieb derselben von nun an getreu und verliess sie nur, um auf Reisen das Material für seine wissenschaftlichen Arbeiten zu sammeln.

Im Jahre 1856 habilitirte er sich für Mineralogie und Geognosie an der Universität Bonn, wo damals J. J. Nöggerath ordentlicher Professor für diese Fächer und Vorstand des mineralogischen Museums war. 1863 wurde er zum ausserordentlichen, 1872 zum ordentlichen Professor der Mineralogie und Geognosie, später nach dem Rücktritt Nöggeraths auch zum Direktor des mineralogischen Museums ernannt. Im Jahre 1880 legte er die Direktion des Museums nieder, 1888 nahm er auch seinen Abschied als ordentlicher Professor, verblieb aber als ordentlicher Honorarprofessor im Verbande der Universität zu Bonn, die ihm so viel verdankt.

Die unausgesetzte wissenschaftliche Thätigkeit vom Raths bewegte sich in drei Richtungen, in mineral-chemischer, in krystallographischer und in petrographisch-geologischer. Alle seine Beobachtungen und Untersuchungen waren in hohem Grade zuverlässig, die Darstellung derselben zeichnete sich durch Klarheit und schöne Form aus und hielt sich frei von unsicheren Hypothesen.

Er hatte sich alsbald in seinem Hause aus eigenen Mitteln ein chemisches Laboratorium eingerichtet, in dem er die Zusammensetzung einer grossen Anzahl von Mineralien und Gesteinen feststellte.

Von besonderem Werthe sind seine Untersuchungen über die äusseren Formen der Krystalle. Durch eine reiche Erfahrung und eine feine Beobachtungsgabe hatte er sich zum ersten Kenner auf diesem Gebiete aufgeschwungen, und es

gelang ihm, indem er das Charakteristische der Erscheinungen erfasste, die Symmetrieverhältnisse sowie die verwickeltsten Zwillingsbildungen klar zu legen und diese Formen durch wahrhaft kunstvolle Zeichnungen wieder zu geben. In solcher Weise bestimmte er die Krystallform zahlreicher Mineralien. Besonders hervorzuheben ist die Erkennung der Gestalt des Apatits aus dem Pfitschthale in Tyrol; die Entdeckung, dass die sitzenden vesuvischen Leucitkrystalle nicht dem regulären, sondern dem quadratischen System angehören; die wichtigen Beobachtungen an den Krystallen des Quarzes und des Kalkspathes sowie an den regulären Metallen, dem Kupfer, Silber und Gold; die Studien über die vesuvischen und schwedischen Humite, über die verschiedenen Glieder der Feldspathgruppe, über die Zwillingsverwachsungen der Plagioklase, über den Tridymit, eine neue krystallisirte Modifikation des Kieselsäureanhydrits, und über den Cyanit vom Greiner in Tyrol.

Die petrographisch-geologischen Arbeiten endlich befassen sich vorzüglich mit der Untersuchung der südalpinen Eruptionsgebiete und der italienischen Vulkandistrikte, auch der vulkanischen Distrikte des Siebengebirges und des Laacher-Sees, welche ihn zu vielerlei wichtigen Beobachtungen führten.

Er liebte es auch, das auf seinen vielen Reisen nach der Schweiz, Oesterreich, Italien, Frankreich, England, Skandinavien, Griechenland, Kleinasien, Nordamerika und Mexiko Gesehene in gemeinverständlicher Weise darzustellen. In lebhaften Farben schilderte er dabei die Eigenthümlichkeiten der Landschaft und deren geologischen Verhältnisse, namentlich die vulkanischen Erscheinungen, aber auch das Leben und die Sitten des Volkes.

Grosse Verdienste erwarb er sich um die mineralogische Sammlung der Bonner Universität, welche er durch seine Freigebigkeit und seinen Eifer zu einer der umfangreichsten und werthvollsten erhob.

Um das Bild des edlen Mannes zu vervollständigen, verdient noch hervorgehoben zu werden, dass er sein beträchtliches Vermögen nicht für vergängliche Genüsse, sondern für die Förderung der Wissenschaft und für in der Stille geübte Wohlthaten an Arme und Bedürftige verwendete.

Das, was er für die Wissenschaft gethan, wird für dieselbe nicht verloren gehen.[1])

Rudolf Clausius.

Mit Clausius ist wieder einer der hervorragenden Physiker, denen wir die heutige Gestaltung dieser Wissenschaft verdanken, aus dem Leben geschieden, in dem er bis in die letzten Jahre mit so grossem Erfolge thätig war. Seinem durchdringenden Geiste gelang es, eine Reihe schwieriger physikalischer Probleme durch mathematische Behandlung klar zu legen und dadurch einige Fundamentalsätze der theoretischen Physik zu begründen.

Sein äusserer Lebensgang war ein einfacher wie zumeist der eines Gelehrten; reich aber waren die 66 Jahre seines Daseins an wissenschaftlicher Arbeit und an Erfolgen.

Clausius wurde am 2. Januar 1822 zu Köslin in Pommern geboren, woselbst damals sein Vater das Amt eines Regierungsschulrathes bekleidete. Nachdem der letztere als Pfarrer und Superintendent nach Uckermünde gekommen war, erhielt der Sohn zunächst in der väterlichen Schule den ersten Unterricht. Er besuchte dann das Gymnasium zu Stettin und trat im Jahre 1840 an die Universität Berlin über, woselbst er die historischen Vorlesungen von Leopold Ranke

1) Mit Benützung der Lebensskizze von H. Laspeyres (Vortrag auf der Generalversammlung des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande, Westfalens und des Regierungsbezirkes Osnabrück zu Bonn am 22. Mai 1888) sowie auch der Leopoldina 1888 Nr. 11 und 12, S. 113.

hörte, vor Allem aber eifrig Mathematik und Physik betrieb, für welche Fächer er schon frühe ein ausgesprochenes Talent zeigte. Er hatte das Glück, ein Schüler von Männern wie Dirchilet, Dove, Magnus, Ohm, Steiner zu sein. Er musste bald die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt haben, denn schon im Jahre 1844 treffen wir ihn als Lehrer an dem Friedrich-Werder'schen Gymnasium in Berlin, an dem er während 6 Jahren thätig war. Nachdem er 1848 in Halle zum Doktor promovirt worden war, erhielt er 1850 die Stelle als Lehrer der Physik an der kgl. Artillerie- und Ingenieurschule zu Berlin und habilitirte sich als Privatdozent an der Universität, womit seine Wirksamkeit als Forscher begann. Im Jahre 1855 bekam er einen Ruf als Professor der Physik an das Polytechnikum in Zürich; zwei Jahre darauf übernahm er auch dieselbe Professur an der Züricher Universität. 1867 siedelte er an die Universität Würzburg über und 1869 an die Universität Bonn, wo er trotz glänzender Rufe nach Strassburg und Göttingen verblieb.

Clausius trat zu einer Zeit in die Wissenschaft ein, in der das schon längst von verschiedenen Forschern anerkannte Gesetz von der Erhaltung der Kraft wieder belebt worden war und in der man daran ging, die Consequenzen dieses Gesetzes, nach dem Standpunkte der neueren Kenntnisse, im weiteren Umfang für die Lehre von der Wärme, der Elektrizität und dem Magnetismus, ja auch für die Lebensvorgänge zu ziehen, indem man nicht nur abermals und bestimmter aussprach, dass Wärme in andere Bewegungen und in Arbeit und umgekehrt übergehen könne, sondern auch messende Versuche anstellte und das mechanische Aequivalent der Arbeit ermittelte.

Clausius verfolgte in dieser Richtung zunächst die Vorgänge der Wärme und es gelang ihm bald, Gesetze für die Wärmelehre abzuleiten, welche später unter der Bezeichnung der mechanischen Wärmetheorie zusammengefasst wurden.

Der erste schon vor ihm bekannte Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie ist der von der Aequivalenz von Wärme und Arbeit und er führt zu der Vorstellung, dass die gesammte Summe der in einem abgeschlossenen System, also auch in dem Weltall, enthaltenen Energie konstant ist. Wenn man die Arbeit nicht nach mechanischen Einheiten, sondern in Wärmemaass ausdrückt, und dieselbe mit dem Namen „Werk" belegt, so kann man nach Clausius den ersten Hauptsatz auch so formuliren, dass man sagt, die algebraische Summe von Wärme- und Werkerzeugung ist in jedem Prozesse gleich Null.

Clausius fügte zu diesem ersten Hauptsatz sein eigenstes und grösstes Werk, den zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie, mit welchem er sich vom Jahre 1850 bis zum Jahre 1865 beschäftigte und welchen er in immer vollendeterer Weise in geistvollen Arbeiten begründete. Er stellte den Grundsatz auf, dass zwar ein Wärmeübergang von einer höheren zu einer niederen Temperatur ohne Weiteres stattfinde, jedoch nicht von selbst aus einem kälteren zu einem wärmeren Körper; letzteres geschähe nur dann, wenn gleichzeitig in den beiden Körpern eine andere die erstere compensirende Veränderung vor sich gehe. Aus diesem Grundsatz leitete er nun den zweiten Hauptsatz ab, den Satz von der Aequivalenz der Verwandlungen, welcher aussagt, dass ausser der nach dem ersten Hauptsatz stattfindenden Verwandlung von Wärme in mechanische Arbeit noch eine weitere Verwandlung möglich ist, nämlich von Wärme der einen Temperatur in Wärme einer anderen Temperatur. Der Aequivalenzwerth dieser letzteren Verwandlung ist abhängig von der Temperatur, bei welcher die Verwandlung stattfindet, und gleich dem Quotienten aus der Menge der übergehenden Wärme und der absoluten Temperatur. Daraus kommt er zu der Schlussfolgerung, dass die algebraische Summe aller Verwandlungen nur positiv oder im Grenzfall

Null werden kann; unkompensirte Verwandlungen oder nicht umkehrbare Kreisprocesse können nur positiv sein, umkehrbare Kreisprozesse geben den Grenzfall Null. Die algebraische Summe aller Verwandlungen nennt Clausius die Entropie, und er kam in Anwendung seines Grundsatzes auf das Weltall zu dem Schlusse, auf den schon Thomson aufmerksam gemacht hatte, dass das Weltall sich ohne Unterlass einem Grenzzustande nähert; er sprach dies in den Worten aus: die Energie der Welt ist konstant, die Entropie derselben strebt aber einem Maximum zu, bei dem also die Temperaturdifferenzen im Weltall sich ausgeglichen haben und die Kräfte keine neuen Bewegungen zu erzeugen vermögen.

Er benützte seine Theorie auch zur Erklärung von Eigenschaften der Wärme, z. B. der specifischen und latenten Wärme, namentlich aber übertrug er sie auf die Vorgänge in der Dampfmaschine, wodurch er neue Vorstellungen über dieselbe anbahnte, welche, auf alle Wärmemotoren übertragen, wichtige Folgen im Maschinenbau nach sich gezogen haben. Auch auf die elektrischen Erscheinungen wendete er die beiden Hauptsätze der mechanischen Wärmetheorie an, indem er in gleicher Weise die Wärmeentwicklung durch Elektrizität, die thermoelektrischen Wirkungen, die Leitung der Elektrizität durch Flüssigkeiten etc. untersuchte.

Unter der Voraussetzung, dass die Art der Bewegung bei der Wärme eine molekulare sei, brachte er diese schon von Anderen ausgesprochene Ansicht auf eine sichere mathemathische Basis und entwickelte er die Wärmelehre als eine Mechanik oder Kinetik der Moleküle, wodurch eine genauere, auch die theoretische Chemie wesentlich fördernde Einsicht in die Molekülarconstistution der Körper gewonnen wurde.

Vor Allem machte er von diesen Anschauungen Anwendung für die Constitution der Gase, woraus die kinetische Theorie der Gase erwuchs, bei der er ausser Bernoulli nur Krönig als Vorgänger hatte. Er legte dar, dass in festen Körpern

die Moleküle oscillirende Bewegungen um eine stabile Gleichgewichtslage machen müssen; dass ferner bei Flüssigkeiten die Schwingungsbewegungen so gross sind, dass die Moleküle nicht mehr in ihre alte Lage zurückkehren, sondern vielmehr an der Grenze der Flüssigkeit hinausgeschleudert werden und den über derselben befindlichen Raum erfüllen, wodurch die Verdunstung zustande kömmt; und dass endlich bei den Gasen die Bewegung der Moleküle eine fortschreitende ist, indem dieselben nach allen Seiten umhergeworfen werden und wie vollkommen elastische Kugeln von einander und von den Gefällwänden abprallen, wodurch die Spannung des Gases hervorgerufen wird. Dabei brachte er auch den Beweis für das Boyle-Mariotte'sche Gesetz bei, nach dem bekanntlich die Volumina einer Gasmasse bei constanter Temperatur sich umgekehrt wie die drückenden Kräfte verhalten; er wurde auch zu dem von Avogadro zuerst ausgesprochenen Satz, dass alle Gase bei gleichem Druck und gleicher Temperatur im gleichen Volum die gleiche Anzahl von Molekülen enthalten, geführt. Er setzte auseinander, dass die Moleküle der Gase aus einem Complex von Atomen bestehen und demnach der Wärmeinhalt eines Gases nicht allein durch die fortschreitende Bewegung der Moleküle, sondern auch durch die inneren Schwingungen der Atome ausgedrückt wird. Und indem er in einer wahrhaft klassischen Arbeit die mittlere Weglänge der Gasmoleküle, d. i. die geradlinige Strecke, welche von einem Moleküle zwischen je zwei Zusammenstössen desselben mit anderen Molekülen zurückgelegt wird, sucht, findet er diese proportional dem Durchmesser der Moleküle multiplizirt mit dem Verhältniss des Raumtheiles, der von der Masse der Moleküle selbst ausgefüllt wird, zu dem ganzen Raum, welchen das Gas als solches oder die Moleküle mit ihren Zwischenräumen einnehmen. So gelangte er auch dazu, eine Vorstellung von der Grösse der Moleküle zu gewinnen.

Zuletzt suchte er noch den zweiten Hauptsatz auf allgemeine mechanische Prinzipien zurückzuführen.

Ausser der Wärmelehre interessirte sich Clausius für die Elektricitätslehre, und zwar auch für diejenigen Theile derselben, welche nicht zu den beiden Hauptsätzen der mechanischen Wärmetheorie in Beziehung stehen. Er beschäftigte sich mit der Theorie des Condensators, dann vom Jahre 1875 an auf das Intensivste in meisterhaften Untersuchungen mit den elektrodynamischen Erscheinungen und der Natur der elektrischen Wirkungen. Er wurde dadurch zu einer Theorie der Dynamomaschine geführt, welche auch für die angewandte Elektrizitätslehre bei weiterer Entwicklung von Bedeutung werden wird.

Ueberblickt man die Arbeiten von Clausius, so kann man sich dem Eindruck nicht entziehen, dass die Wissenschaft ohne seine eigenartige Begabung zu den von ihm ausgehenden Erkenntnissen wohl noch lange nicht gekommen wäre und er den genialsten Physikern zuzuzählen ist.

Trotzdem blieb er der bescheidene Gelehrte, der stets getreulich seine Pflicht im Leben erfüllte und dem nichts höher stand, als die Wahrheit.

Er starb am 24. August 1888 an einer einige Monate vorher aufgetretenen perniciösen Anämie.[1])

Franz Cornelius Donders.

Mit ihm ist einer der angesehensten Physiologen unserer Zeit dahingegangen, von dem die Wissenschaft eine mächtige Förderung erfahren hat und dem es auch vergönnt war, die unmittelbaren Früchte seiner geistigen Arbeit zu erleben,

1) Mit Benützung der von Eduard Riecke in der öffentlichen Sitzung der kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen am 1. Dezember 1888 gehaltenen Rede. Auch Leopoldina 1888, Heft 24, Nr. 17 u. 18.

indem seinen Entdeckungen in der physiologischen Optik Tausende von augenleidenden Mitmenschen Hilfe verdanken.

Donders wurde am 27. Mai 1818 zu Tilburg in Holland als der Sohn eines Kaufmanns geboren, der ein Jahr darauf starb, so dass der Mutter die Erziehung des Knaben anheimfiel. Den ersten, allerdings recht mangelhaften Unterricht erhielt er in der Volksschule von Duizel, dann in der Lateinschule zu Boxmeer. Die Mutter hegte den lebhaften Wunsch, ihr Sohn möge den Beruf eines Geistlichen erwählen, dieser aber hatte von Anfang an eine Vorliebe für die Naturwissenschaften. So begann er im Jahre 1835 an der Universität Utrecht als Zögling des Reichs-Hospitals für Militärmedizin das medizinische Studium, welches er im Jahre 1840 mit der Promotion an der Universität Leiden auf Grund einer „dissertatio sistens observationes anatomico-pathologicas de centro nervoso" beschloss. Während zweier Jahre diente er nun in Vliessingen und alsdann im Haag als Militärarzt. Aber man hatte schon während seiner Studienzeit an der militärärztlichen Reichsschule erkannt, welche Talente der junge Doktor besass; so kam es, dass der erst im Alter von 24 Jahren Stehende aufgefordert wurde, als Lector anatomiae et physiologiae in die Militärschule einzutreten, in welcher Stelle er verblieb, bis er im Jahre 1848 zum ausserordentlichen Professor an der medizinischen Fakultät der Universiät Utrecht ernannt wurde, um neben dem berühmten Anatomen und Physiologen Schröder van der Kolk diese Fächer zu lehren.

Es war im Anfange der vierziger Jahre eine glückliche Zeit für einen jungen Physiologen. Johannes Müller hatte viele Probleme zur Lösung aufgestellt; Schleiden und der später nach Lüttich berufene Schwann hatten die Elementartheile der pflanzlichen und thierischen Organismen entdeckt und man begann die Chemie für die Erklärung der Vorgänge im Körper mehr und mehr anzuwenden; der verdiente hollän-

dische Chemiker Mulder, der die Identität der mannigfaltigen Eiweissstoffe in den Pflanzen und den Thieren nachgewiesen hatte, war schon vor Liebig in dieser Richtung bemüht und förderte Donders. Dies hatte zur Folge, dass letzterer sich zunächst vorzüglich mit mikroskopischen und mikrochemischen Untersuchungen der thierischen Gewebe beschäftigte, welche er 1846 in den mit van Deen und Moleschott herausgegebenen holländischen Beiträgen zu den anatomischen und physiologischen Wissenschaften veröffentlichte. Er hatte dazumal sich ein kleines physiologisches Laboratorium eingerichtet und hielt Vorlesungen über allgemeine Physiologie und Gewebelehre, dann auch über allgemeine Pathologie, gerichtliche Medizin und Theile der Ophthalmologie.

Im Jahre 1852 wurde Donders zum ordentlichen Professor befördert, aber es blieb ihm als Lehrer der Anatomie und Physiologie nicht viel zu thun übrig, da Schröder van der Kolk diese Fächer bis 1863 in würdiger Weise vertrat. Dies und die Richtung seiner wissenschaftlichen Arbeiten, welche sich vielfach mit der Physiologie des Auges befassten, führten ihn der Ophthalmologie zu, in der er sogar bis zum Jahre 1862 als vielgesuchter praktischer Augenarzt thätig war. Wie fast überall war damals auch in Holland die Augenheilkunde noch ein Anhängsel der Chirurgie; die anatomischen Erkenntnisse, dann die Fortschritte der physiologischen Optik und namentlich die Entdeckung des Augenspiegels erhoben dieselbe zu einer besonderen Wissenschaft, und daran war Donders mit Heinrich Müller, Helmholtz und Graefe wohl am wirksamsten thätig. Seit 1855 war er mit Arlt Mitredakteur der angesehensten Zeitschrift dieses Faches, des Graefe'schen Archives für Ophthalmologie. Einem dringenden Bedürfnisse seines Vaterlandes abhelfend, gründete Donders im Jahre 1858 aus freiwilligen Beiträgen des holländischen Volkes das grosse und berühmte niederländische Spital für dürftige Augenkranke zu Utrecht, durch welches nicht nur den Armen

und Leidenden eine unermessliche Wohlthat, sondern auch für die Wissenschaft und den Unterricht eine mit allen Hilfsmitteln versehene Stätte bereitet wurde.

Erst im Jahre 1867 wurde der Neubau des physiologischen Institutes der Universität Utrecht vollendet und von Donders bezogen; in dieser Musteranstalt war er mit seinem Schwiegersohne Engelmann bis zum Sommer des Jahres 1888 thätig und zahlreiche wichtige physiologische Arbeiten von ihm und seinen Schülern gingen daraus hervor.

Im Jahre 1888 war Donders 70 Jahre alt geworden und er musste nach den holländischen Gesetzen, obwohl noch einer der Rüstigsten an Körper und an Geist, von seiner Professur zurücktreten. Bei dieser Gelegenheit stifteten seine zahlreichen Schüler und Verehrer aus allen Ländern in das physiologische Institut zu Utrecht, wo er die letzten zwei Dezennien seines Lebens gearbeitet und gedacht hatte, seine Marmorbüste und brachten ihm ihre Glückwünsche und zugleich den Dank dar für das, was er der Wissenschaft geleistet. Man glaubte damals, der lebensfrische Jubilar hätte noch eine grosse Zahl von Jahren vor sich, aber noch im Herbste desselben Jahres zeigten sich beängstigende Symptome, indem ihm die Sprache plötzlich versagte; das sonst ihm so getreue Gedächtniss nahm immer mehr ab und auch das Bewusstsein fing zuletzt an zu schwinden, und so entschlief er ruhig am 24. März 1889.

Donders war ein ächter und nüchterner Naturforscher; seine Arbeiten zeichnen sich alle durch scharfe Beobachtungsgabe und sorgfältige Ausführung aus.

Es ist nicht möglich, hier die Resultate aller seiner Untersuchungen zu besprechen, es soll nur ein übersichtliches Bild seines Einflusses auf die Entwicklung der Physiologie gegeben werden. Seine Arbeiten sind grösstentheils in der seit 1845 von ihm redigirten, in 12 Bänden erschienenen medizinischen Zeitschrift het Nederlandsch Lancet, dann

in den Untersuchungen des physiologischen Laboratoriums zu Utrecht erschienen.

Eine seiner ersten Abhandlungen „der Stoffwechsel als die Quelle der Eigenwärme bei Pflanzen und Thieren (1847)", war zu einer Zeit geschrieben, da eben Liebig mit seinen Ideen über die chemischen Prozesse im Thierkörper hervorgetreten war; der 26 Jährige zeigte sich darin als unterrichteter, scharfdenkender Physiologe, der die Erscheinungen des Lebens aus physikalischen und chemischen Gesetzen abzuleiten suchte.

Die Kenntniss von dem Mechanismus der Athmung hat mannigfache Bereicherung durch ihn erfahren. Er hat beim Menschen zuerst die Elastizität der im Thorax beständig etwas aufgeblähten Lunge genauer gemessen; dann die Grösse des Drucks beim Ein- und Ausathmen; vor Allem aber hat er durch Betrachtungen und Versuche den für die Blutbewegung bedeutungsvollen negativen Druck ausserhalb der Lunge im Brustraume dargethan und einen äusserst sinnreichen Apparat zur Demonstration desselben angegeben.

Eine weitere Reihe von Untersuchungen bezieht sich auf die Thätigkeit des Herzens, zu deren Darstellung er sich später der graphischen Methoden in grosser Vollendung bediente. Ich nenne nur seine Abhandlungen über den Einfluss des Anhaltens des Athmens auf die Pulsfrequenz, über die Dauer der Herztöne, über den Einfluss der Athembewegungen auf die Perioden des Herzschlags, über die Wirkung des Schliessens und Oeffnens constanter elektrischer Ströme auf den Nervus vagus in seiner Beziehung zur Herzbewegung.

Man gab sich von verschiedenen Seiten mit der Untersuchung der Frage ab, ob feste Partikelchen vom Darmkanal aus in die Säfte übertreten können. Donders trug wesentlich zur Klärung dieser Frage bei, indem er mit seinen Schülern darthat, dass feste Partikelchen durch die Darmzotten nicht ins Blut oder die Lymphe eindringen, während

dieselben von den offenen Mündungen der Lymphgefässe aus den Maschen des Bindegewebes oder aus den Lymphsäcken leicht aufgenommen werden.

Er stellte ferner eine Lehre über die Art der Absonderung des Harnes in den Nieren und über die Bedeutung der Malpighi'schen Körperchen und der Harnkanälchen bei diesem Vorgange auf, welche mehr und mehr Eingang gefunden hat.

Donders war es, der als einer der ersten betonte, dass für die Bildung der verschiedenen Vokale eine bestimmte Gestalt der Mundhöhle nothwendig sei und dass dadurch die Klangfarbe derselben bedingt werde. Er that durch Versuche, deren Ergebnisse er zum Theil durch den Phonautographen aufzeichnen liess, dar, dass die Mundhöhle beim Angeben der Vokale auf verschiedene Tonhöhe abgestimmt ist.

Eine andere Reihe seiner Versuche beschäftigte sich mit der Messung der Zeit, welche zwischen dem Reiz und dem psychischen Effekte verfliesst, und er erhielt so ein Maass für die Schnelligkeit, mit welcher gewisse psychische Prozesse eintreten. Er benützte zu diesem Zwecke zwei von ihm erfundene Instrumente: den Noëmatographen und das Noëmotachometer.

Der Schwerpunkt der wissenschaftlichen Thätigkeit von Donders liegt in seinen Arbeiten über die Physiologie des vornehmsten Sinnesorgans, des Auges, welche theilweise allbekannt geworden sind. Ich erwähne von denselben seine ausgezeichnete Untersuchung über die Ursache des Nichtsehens der übervioletten Lichtstrahlen, worin er durch Anwendung einer die übervioletten Strahlen in die sichtbaren blauen verwandelnden Chininlösung darthat, dass diese Strahlen nicht, wie Brücke früher glaubte, durch die durchsichtigen Augenmedien absorbirt werden, sondern wirklich bis zur Netzhaut dringen, welche sie aber, wenigstens in der gegegebenen Stärke, nicht zu erregen im Stande sind.

Er zeigte ferner, indem er Licht auf die Eintrittsstelle

des Sehnerven concentrirte, dass diese ziemlich grosse Stelle des Auges wirklich blind ist, was Mariotte früher auf andere Weise dargethan hatte. — Er erfand ein Instrument, das Ophthalmotonometer genannt, um die Spannung im Auge, den intraokulären Druck zu messen, und ein anderes, das Phänophthalmotrop, zur Veranschaulichung der complicirten Bewegungen des Auges nach Listings Angaben. — Er bestimmte auch die Lage des Drehpunktes im Auge, sowie durch ein sinnreiches Verfahren den Ort der sogenannten fliegenden Mücken im Auge. — Er schrieb über die Anwendung der prismatischen Brillengläser zur Heilung des Schielens, über die Pathogenie des Schielens und über den Gebrauch der Brillen überhaupt; dann über den Zusammenhang des Convergirens des Sehaxen und des Akkommodationszustandes des Auges; auch über die quantitative Bestimmung des Farbenunterscheidungsvermögens und über Farbensysteme.

In seinem berühmten Werke über die Anomalien der Refraktion und Akkommodation definirte er zuerst scharf das, was man ein emmetropisches und ein ammetropisches Auge nennt und das was man unter Akkommodationsbreite versteht. Vor Allem aber that er in seinem Buche über den Astigmatismus und Cylindergläser dar, dass der schon früher in einzelnen Fällen erkannte Astigmatismus, das ist die verschiedene Brechung in den verschiedenen Meridianen der durchsichtigen Medien des Auges, viel häufiger vorkömmt, als man es sich bis dahin gedacht hatte und oft zu Sehstörungen führt, welche durch Anwendung cylindrischer Gläser zu beseitigen sind.

Durch alle diese Arbeiten hat Donders ganz wesentlich zum Ausbau der Physiologie beigetragen und er wird noch in späteren Zeiten mit Ehren als einer der geistreichsten und fruchtbarsten Forscher genannt werden.[1])

1) Mit Benützung des Nekrologs von Zehender in den klinischen Monatsblättern für Augenheilkunde (Maiheft 1889) und der Leopoldina (März 1889, Heft 25 Nr. 5—6 S. 57).

Sitzung vom 4. Mai 1889.

1. Herr N. Rüdinger legt in Verhinderung des Herrn C. Kupffer eine von dem correspondirenden Mitgliede, Herrn J. v. Gerlach in Erlangen, eingesandte Abhandlung: „über die Einwirkung des Methylenblaus auf die Muskelnerven des lebenden Frosches" vor. (Mit Tafel I.)

2. Herr N. Rüdinger spricht: „über die Bildung der primären und sekundären Augenblase bei Triton alpestris". (Mit Tafel II.)

3. Herr Franz Hessler liest eine Studie: „generelle Uebersicht der Heilmittel in dem Áyurvéda des Súsrutas."

4. Herr E. Lommel legt vor und bespricht eine von dem correspondirenden Mitgliede, Herrn Oskar Emil Meyer in Breslau, übersandte Untersuchung: „über Gebirgsmagnetismus".

Ueber die Einwirkung des Methylenblaus auf die Muskelnerven des lebenden Frosches

von J. v. Gerlach.

(Mit Tafel I.)

(*Eingelaufen 4. Mai.*)

In dem Laufe des verflossenen Sommers hatten wir uns in Erlangen des Besuches von Herrn Professor Gustav Retzius zu erfreuen. Derselbe sprach sich ausserordentlich günstig über die Erfolge der Ehrlich'schen Methylenmethode[1]) für die Untersuchung des peripheren Verhaltens

1) P. Ehrlich, Ueber die Methylenblaureaction der lebenden Nervensubstanz. Deutsche med. Wochenschrift Nr. 4. 1886.

der Nerven aus und hatte die Freundlichkeit, diese Methode an einem Frosche und einem Kaninchen zu zeigen. Ich muss bekennen, dass ich bei dem Bekanntwerden der Methylenmethode nicht sehr viel von derselben erwartete, um so mehr war ich darüber erstaunt über das, was Herr Retzius mit derselben erzielte. Besonders überraschten mich Präparate aus der Retina des mit Methylenblau injicirten Kaninchens, an welchen nicht nur die Nervenfaser- und Nervenzellenschichte ungemein deutlich hervortraten, sondern auch in der inneren granulirten Lage das hier schon lang supponirte aus den protoplasmatischen Fortsätzen der Nervenzellen hervorgehende Nervenfasernetz auf das Evidendeste zu sehen war, dessen vielfach versuchte Darstellung mir mit der Goldmethode früher nie gelingen wollte. Dadurch wurde bei mir der Wunsch rege, diese treffliche Methode auch für die Erforschung der terminalen Verhältnisse der motorischen Nerven in den willkürlichen Muskeln zu verwerthen. Dabei hatte ich mich der regen Beihülfe des Assistenten des anatomischen Institutes Privatdocenten Dr. Hermann zu erfreuen, dessen kunstfertiger Hand auch die beiliegenden Abbildungen zu danken sind.

Die Flüssigkeit, welche dem lebenden Thiere eingespritzt wurde, enthielt auf 1 Theil Methylenblau 400 Theile der physiologischen Kochsalzlösung (1 Theil Kochsalz auf 100 Theile destillirten Wassers.) Die Injection geschah theils von der grossen Bauchvene, theils von der Aorta des Frosches aus, und wurde entweder mit kleinen Spritzen oder unter constantem Druck vorgenommen. Dabei stellte es sich alsbald heraus, dass die verschiedenen Arten der Injection keinen Einfluss auf die bei den Nerven sichtlichen Färbungserscheinungen ausüben. Am einfachsten ist es, einen ätherisirten Frosch nach medialer Durchschneidung des Sternums von der Aorta aus zu injiciren. Nur muss die blaue Flüssigkeit in etwas reichlicher Menge eingespritzt werden und zwar so

lange, bis die Zunge anfängt, sich zu färben, was gewöhnlich nur stellenweise geschieht. Vier bis fünf Centimeter Flüssigkeit genügen für einen Frosch mittlerer Grösse. Nimmt man mehr, so erfolgt Transudation in die grossen subcutanen Lymphräume, wobei aber eine chemische Veränderung mit der Injectionsflüssigkeit vorgeht, in Folge deren die Flüssigkeit nicht mehr intensiv himmelblau, sondern viel heller und grünlich missfärbig erscheint.

Nicht alle Muskeln des Frosches sind gleich empfänglich für die auf die Nerven und deren terminale Ausläufer beschränkte Aufnahme von Methylenblau. Während die Muskeln der Extremitäten und der Bauchwand häufig entweder farblos oder diffus gefärbt nach der Injection gefunden werden, erhält man gute Bilder in der Regel an den Kopfmuskeln und besonders an jenen des Augapfels.

Die mikroskopische Untersuchung der Methylenpräparate wird dadurch erschwert, dass dieselben nicht mit Wasser oder sonstigen Flüssigkeiten befeuchtet werden dürfen, sondern nur in dem Gewebesaft selbst beobachtet werden können, wodurch die Isolirung der einzelnen Muskelfäden nur ausnahmsweise gelingt. Es ist zwar möglich, Dauerpräparate mit pikrinsaurem Ammoniak, welches nach der Methode von Cuccati bereitet ist, und Glycerinleim herzustellen; doch verlieren dieselben durch die Farbenveränderung, welche sie erleiden, und die minder scharfe Zeichnung gegenüber jenen, welche ohne Verwendung einer Zusatzflüssigkeit untersucht werden.

Schon die Injection des ersten Frosches mit Methylenblau ergab ganz das gleiche Bild rücksichtlich der Verhältnisse der terminalen Nerven zu der quergestreiften Substanz der Muskelfäden, welches ich früher[1]) in den Fällen

1) Verhältniss der Nerven zu den willkürlichen Muskeln der Wirbelthiere. Leipzig. Verlag von F. C. W. Vogel 1874.

erhalten hatte, in welchen die Goldmethode von günstigem Erfolge begleitet war. Der einzige Unterschied bestand darin, dass bei der Methylenmethode die Farbennuance schön himmelblau, bei der Goldmethode dagegen tief carmoisinroth war. Die nach beiden Methoden hergestellten Präparate liessen mit gleicher Deutlichkeit die innerhalb des Sarkolemmas befindlichen, von mir intravaginale Nervenplexus genannte netzförmige Verbreitung der zu einem Muskelfaden tretenden Achsenfaser und deren Zusammenhang mit jener den ganzen Muskelfaden durchziehenden Granularformation, die ich früher als Sprenkelung des Muskelfadens bezeichnet hatte, auf das Evidenteste erkennen. Es scheint mir durch die genaue Uebereinstimmung der durch beide Methoden gewonnenen Präparate der sichere Beweis geliefert, dass die Ansicht, welche ich bereits in meiner ersten Veröffentlichung [1]) über das Verhalten der Nerven zu den quergestreiften Muskelfäden der Wirbelthiere ausgesprochen habe, die einzig richtige ist. Die Beziehungen der Achsenfasern der Nerven zu der quergestreiften Muskelsubstanz lassen sich an ganz frischen Muskeln ohne Behandlung mit färbenden Substanzen nicht erfassen. Die feinsten Ausläufer der Achsenfasern und die mit denselben in Verbindung stehenden Sprenkelungen der quergestreiften contractilen Substanz sind eben auch unter Zuhülfenahme der besten optischen Hülfsmittel, welche die Gegenwart bietet, für das menschliche Auge unerkennbar. Hier kann unsere Kenntniss nur fortschreiten durch Verwerthung chemischer Anziehungen, welche gewisse feinste Bestandtheile des thierischen Körpers zu anorganischen oder organischen Substanzen haben, die sich durch Farbendifferenzen kund geben. Darin liegt die hohe Bedeutung der färbenden Methode, welche die massgebende der modernen Histologie

1) Ueber das Verhalten der Nerven zu den quergestreiften Muskelfäden der Wirbelthiere in den Sitzungsberichten der physicalisch-medicinischen Societät zu Erlangen. Jahrgang 1873.

geworden ist. Während aber bei der Goldmethode, deren färbende Wirkung darin beruht, dass in einer gewissen und wie es scheint kurz andauernden Periode des Absterbens die nervösen Gebilde die Fähigkeit haben, die in sehr verdünnter Lösung angewandten Goldsalze zu reduciren und dadurch die Färbung der nervösen Substanz bedingen, der Erfolg der Färbung nicht immer der gleiche ist, besteht der grosse Vorzug der Methylenmethode darin, dass die Färbung während des Lebens erfolgt, womit der Vorwurf, den man der Goldmethode machen könnte, dass ihre Ergebnisse als postmortale Kunstproducte anzusehen seien, vollkommen ausgeschlossen ist.

Die übereinstimmenden Resultate beider Methoden werden daher auch die Entscheidung über die Frage bringen, ob es in den Muskelfäden eigene Endorgane giebt, die sogenannten motorischen Endplatten, oder ob das, was man als solche bezeichnet, nur durch Theilungen der das Sarkolemma durchsetzenden Achsenfasern entstandene intravaginale Nervenplexus sind, deren feinste Endverzweigungen in nähere Beziehungen zu der quergestreiften contractilen Substanz treten. Die erstere Ansicht, welche von Kühne[1]) begründet und bis in die neueste Zeit gegen alle Einwände vertheidigt wurde, ist in den letzten zehn Jahren die allgemein herrschende geworden und sowohl in die anatomischen, wie histologischen Lehrbücher übergegangen. Die zweite Ansicht wurde zuerst von Margo[2]) aufgestellt, dessen Arbeit kurz vor der bereits citirten Hauptschrift von Kühne erschien. Margo lässt die Achsencylinder der motorischen Nervenfasern innerhalb des Sarkolemmas sich vielfach theilen und aus deren Endverästelungen schliesslich sehr feine blasse Fäden hervorgehen, die in kurzen Entfernungen zu kleinen Körnern an-

1) Ueber die peripherischen Endorgane der motorischen Nerven. Leipzig 1862.

2) Ueber die Endigung der Nerven in der quergestreiften Muskelsubstanz. Pest 1862.

schwellen (Margo's Kornfasern) und mit einem grossen Theile der Muskelkörperchen in Verbindung treten. Die Kornfasern bilden ein den ganzen Muskelfaden durchziehendes Netzwerk, dessen Lücken durch die quergestreifte Muskelsubstanz ausgefüllt werden. Die Darstellung Margo's rücksichtlich des Verhältnisses der motorischen Nervenfasern zu den quergestreiften Muskelfäden wurde jedoch wenig beachtet und fand in einer Periode, in der die motorischen Endplatten die Muskel-Nervenfrage gänzlich beherrschten, keine besonders günstige Beurtheilung. Und doch sind die Angaben Margo's in ihren wesentlichen Puncten richtig und erhalten durch die Methylenmethode eine glänzende Bestätigung.

Das was Margo als Verästelung der in die Sarkolemmahülle eintretenden Achsenfaser beschreibt, ist nichts anderes, als jenes Nervennetz, welches ich als intravaginales bezeichnet habe. Die kleinen Körner Margo's entsprechen dem, was ich Sprenkelung der quergestreiften Muskelsubstanz nannte und dass diese Körner unter der Einwirkung verdünnter Säuren, namentlich der Salzsäure zu Fasern zusammentreten, mit welcher die feinsten Ausläufer des intravaginalen Nervennetzes in continuirlicher Verbindung stehen, habe ich bereits 1877 nachgewiesen.[1]) Auch für die Angabe Margo's, dass feine Ausläufer der Achsenfasern mit den zelligen Bestandtheilen der contractilen Substanz mit den Muskelkörperchen zusammenhängen, sprechen die Ergebnisse der auch in diesem Punkte übereinstimmenden Gold- und Methylenmethode, wozu Fig. 1 und 5 der zuletzt citirten (Goldmethode) und Figur 2 der vorliegenden Abhandlung (Methylenmethode) die überzeugenden Belege liefern.

Wie haben wir uns nun die Beziehungen der nervösen

---

1) Archiv für mikroskopische Anatomie Band XIII. Pag. 399. Taf. XXVII in Fig. 5 für den Frosch und in Fig. 6 für die Eidechse.

zu der contractilen Substanz in den Muskelfäden vorzustellen. Hier möchte ich zuerst an das Sarkoplasma erinnern, ein Name, der zuerst von Rollet in die Histologie eingeführt würde, um damit das, was man früher Muskelkerne, später (M. Schultze) Muskelzellen oder Muskelkörperchen und deren Fortsetzungen nannte, zu bezeichnen. Schon ohne Anwendung von färbenden Methoden sieht man an den beiden Polen der ovalen Muskelkörperchen, die aus einem von einer geringen Menge von Protoplasma umgebenen Kerne bestehen, feinkörnige protoplasmatische Fortsätze abgehen, welche sich verschieden weit in die contractile Muskelsubstanz erstrecken. Durch die Gold- wie die Methylenmethode gelingt es nun, das Sarkoplasma weiter zu verfolgen und zwar erscheint dasselbe zunächst unter der Form von punktförmigen kurzen Strichen, welche Margo als Körner, ich als Sprenkelung bezeichnete. Diese verbinden sich linienartig, was an Methylenpräparaten alsbald, an Goldpräparaten aber erst nach längerer Behandlung mit verdünnter Salzsäure eintritt. An dem Muskelfaden werden dann äusserst feine blaue (Methylen) oder carmoisinrothe (Gold) Streifen sichtbar, welche durchschnittlich 3 μ von einander entfernt liegen. Aus der Untersuchung des Querschnittes vergoldeter und mit verdünnter Salzsäure behandelter Muskelfäden ergiebt sich,[1]) dass diese Längsstreifen keine einfachen Linien, sondern Hülsen sind, da an dem Querschnitt jene eigenthümliche netzförmige Zeichnung auftritt, deren von dem carmoisinrothen vergoldeten Netze umgebenen polygonalen gegen 3 μ breiten lichten Stellen schon lange unter dem Namen der Cohnheim'schen Felder der Muskelfäden bekannt sind. Diese lichten Stellen können kaum etwas anderes sein, als die contractile quergestreifte Substanz des Muskels, welche von einem sarkoplasmatischen Mantel um-

1) Vergl. Fig. 2 meiner zuletzt citirten Abhandlung.

geben ist. In diese Mantelröhren sind stellenweise Zellenkerne eingefügt, deren Protoplasma in den Mantelröhren selbst gegeben ist.

Da nun das sarkoplasmatische Gerüste des Muskelfadens, wenn ich es so nennen darf, mit den Endverzweigungen des intravaginalen Nervennetzes in directer Verbindung steht, was sich sowohl aus unmittelbarer Beobachtung, wie auch daraus ergiebt, dass sich dasselbe gegen Gold wie Methylen ganz so verhält, wie gegen Nervensubstanz, d. h. gegen Achsenfasern, so haben wir in demselben eine ganz eigenthümlich gestaltete nervöse Formation zu sehen, die eine entfernte Analogie in dem nervösen centralen Fasernetze findet, das ja auch aus einem Netzwerk protoplasmatischer Fortsätze unterbrochen durch grössere oder kleinere Nervenzellen besteht. Eine ganz entfernte Aehnlichkeit mit den geschilderten Verhältnissen bietet in dem peripheren Nervensystem vielleicht die Retina dar. Das intravaginale Nervennetz entspräche bei diesem Vergleiche der Nervenfaserschichte der Retina und das sarkoplasmatische Gerüste mit den interponirten Zellen fände seine Analogie in den Nervenzellen — der und inneren granulirten Lage der Netzhaut.

Wie in dem Bereiche der sensiblen und secretorischen Nerven es von jeher als ein nothwendiges Postulat der Physiologie gefühlt wurde, dass die terminalen Verästelungen dieser Nerven in einem Continuitätsverband mit den percipirenden oder secretorischen Endorganen stehen und die schönsten Leistungen der modernen Histologie darin gipfeln, diesen Zusammenhang bei dem grössten Theile der hier in Betracht kommenden Nerven nachgewiesen zu haben, so ist in ähnlicher Weise auch der Zusammenhang zwischen Nerv und contractiler Muskelsubsanz ein physiologisches Desiderat. Ich habe daher schon in meiner grösseren Arbeit über die Muskel-Nervenfrage die Hypothese aufgestellt, dass ein Zusammenhang zwischen dem nervösen und contractilen

Theil der quergestreiften Muskelsubstanz vorhanden sein möge und zwar dachte ich zunächst an eine Verbindung der letzten Nervenendigungen mit dem einfach brechenden Theile des Sarkolemmainhaltes, wozu mich hauptsächlich das gleichartige Verhalten beider in physicalisch optischem Sinne veranlasste. Die uns bis jetzt zugänglichen histologischen Methoden, sowie die grosse Vervollkommnung der neuen Mikroskope von Zeiss erlauben jedoch noch nicht für diese Hypothese eine positive Grundlage zu finden. Allein soviel kann als sichergestellt betrachtet werden, dass die sogenannten motorischen Endplatten nicht das letzte Ende der Muskelnerven darstellen und dass in Folge der positiven Ergebnisse der histologischen Forschung die Physiologie mit dem Gedanken sich befreunden muss, dass überall da, wo in dem Muskelfaden contractile Substanz vorhanden ist, auch nervöse Bestandtheile sich vorfinden.

Wenn auch dem von mir geschilderten Verhalten der Nerven in den quergestreiften Muskelfäden hauptsächlich Beobachtungen am Frosche zu Grunde liegen, so ist doch kaum zu bezweifeln, dass von kleinen Modificationen abgesehen, in dem Wesentlichen die gleichen Verhältnisse sich in allen Klassen der Wirbelthiere wiederholen. Bei den den Amphibien nahe stehenden Reptilien besitzen die intravaginalen Nervenplexus eine viel geringere Ausdehnung, sind mehr kreis- oder eigentlich kugelförmig, an die Malpighi'schen Gefässkörper der Niere erinnernd, und aus diesem Grunde werden die Muskeln der Reptilien als besonders beweisend für die Existenz der motorischen Endplatten aufgeführt; allein auch hier zeigen mit günstigem Erfolge vergoldete Präparate, dass von den kugelförmig gestalteten Nervenplexus nach allen Richtungen feine Fädchen abgehen [1]), welche mit den sarkoplasmatischen Längsstreifen in directem Zu-

1) Vergl. Fig. 6. Taf. XXVII meiner Abhandlung in dem Archiv für mikroskop. Anatomie.

sammenhang stehen. Bei den Säugern (Fig. 4) sind die Theilungen der durch das Sarkolemma tretenden Achsenfaser in den intravaginalen Nervenplexus weniger zahlreich und die letzten Ausläufer länger als bei dem Frosch, zeigen aber sonst ganz das gleiche Verhalten zu den sarkoplasmatischen Längsstreifen. Bei den Wirbellosen ergab die Methylenmethode ziemlich die gleichen Resultate, wie bei den Wirbelthieren; wenigstens stimmt die Fig. 12 von Biedermann[1]), welche seiner Abhandlung über die feineren Verhältnisse der motorischen Nerven unter Anwendung der Methylenmethode beigegeben ist, fast ganz mit dem überein, was ich bei dem Frosche beobachtet habe. Etwas anderes scheinen die Verhältnisse bei den Insekten zu liegen. Hier finden sich die schon 1840 von Doyère aufgefundenen Nervenhügel, welche aber von dem, was man später motorische Endplatten nannte, durchaus verschieden sind. Da für die Muskeln der Insekten die Gold- wie die Methylenmethode, durch welche allein die terminalen Beziehungen der motorischen Nerven der directen Beobachtung zugänglich gemacht werden können, weniger verwendbar ist, so sind dieselben nicht als geeignete Objecte anzusehen, welche bei Untersuchungen über das Verhältniss der Nerven zu der contractilen Muskel-Substanz besondere Vortheile versprechen.

---

1) W. Biedermann, Zur Kenntniss der Nerven und Nervenendigungen in den quergestreiften Muskeln der Wirbellosen (Flusskrebs) Taf. II, Fig. 12 in den Sitzungsberichten der Wiener Akad. der Wissensch. Math. naturw. Classe Bd. XCVI. 3. Abtheil. Pag. 9.

Figurenerklärung (Tafel I.)

Fig. 1. Muskelfaden aus den Augenmuskeln des Frosches nach Methylenblauinjection fixirt durch zweistündige Behandlung mit picrinsaurem Ammoniak, dargestellt nach der Vorschrift von Cuccati, conservirt in Glycerinleim. Durch die Einwirkung des picrinsauren Ammoniaks ist die Nervensubstanz bereits röthlich, die sarkoplasmatischen Längsstreifen sind dagegen theilweise noch bläulich gefärbt.

Fig. 2. Das gleiche Präparat etwas länger mit picrinsaurem Ammoniak behandelt. Es sind hier sowohl die Nervenfasern, wie die sarkoplasmatischen Längsstreifen röthlich gefärbt. Besonders scharf tritt hier die Verbindung einer feinsten Nervenfaser mit einer Muskelzelle in Sicht.

Fig. 3. Muskelfaden des Frosches nach besonders günstiger Einwirkung von Goldchloridkalium. Der intravaginale Nervenplexus erscheint tief carmoisinroth gefärbt und die feinsten Ausläufer desselben stehen in Verbindung mit den minder intensiv carmoisinroth gefärbten sarkoplasmatischen Längsstreifen.

Fig. 4. Muskelfaden des Hundes durch Goldchloridkalium mit günstigem Erfolge gefärbt. Der intravaginale Nervenplexus ist nicht in seiner Totalität, sondern nur theilweise sichtbar. Die Verbindung seiner feinsten Ausläufer mit den lichter gefärbten sarkoplasmatischen tüpfelförmigen Längsstreifen ist hier besonders deutlich.

Sämmtlich Figuren sind absolut naturgetreu mit dem Zeichenapparat von Zeiss von Dr. Hermann aufgenommen vermittelst des Zeiss'schen Apochromat. 3,0 . 1,3 und Ocul. 8, was einer Vergrösserung von 667 entspricht.

Ueber die Bildung der primären und sekundären Augenblasen bei Triton alpestris

von N. Rüdinger.

(Mit Tafel II.)

(Eingelaufen 18. Juni.)

Nachdem die Entwickelungsvorgänge an den einzelnen Gebilden des Auges, insbesondere die Entstehung der Netzhaut aus der sekundären und des Tapetum aus der primären Augenblase im Wesentlichen erkannt sind, kann auch den von den Embryologen schon vor längerer Zeit aufgeworfenen Fragen bezüglich der einzelnen Phasen der Umbildung der Augenblasen näher getreten und ihre Beantwortung versucht werden.

In den folgenden Zeilen sollen zunächst nur jene Ergebnisse mitgetheilt werden, welche bei dem Studium der beiden Augenblasen an Embryonen von Triton alpestris gewonnen wurden. Von diesem Thiere konnte ich eine grosse Anzahl von Schnittserien nahe verwandter Entwickelungsstadien zusammenstellen, an welchen man die allmähliche Umbildung der Augenblasen von ihrem ersten Auftreten an dem Vorderhirn bis zur Bildung des Tapetum und der Netzhaut, klar übersehen konnte.

Die wesentlichsten ersten Veränderungen während und nach der Abschnürung der beiden Augenblasen vom Vorderhirn bestehen in einer Verdünnung der primären Blase bis zur Bildung des einschichtigen Tapetum und

in einer Verdickung der sekundären Blase bis zur Anlage der vielschichtigen Netzhaut. Während die Bildung der Augenblase aus dem Vorderhirn erfolgt, erscheint die dieselbe bildende Zellenlage fast gleich dick; aber bald beginnt eine Verschiebung des Zellenmateriales, wobei die primäre Blase eine Verdünnung und jener Abschnitt desselben, aus der die sekundäre Augenblase hervorgeht, eine bedeutende Verdickung erfährt.

Bei der Besprechung der Ursache dieser Verdünnung und Verdickung der beiden Augenblasen hat Kölliker schon in seiner Entwickelungsgeschichte darauf hingewiesen, dass die näheren Vorgänge in den verschiedenen Zellenlagen der hier in Betracht kommenden Gebilde eine erneute nähere Untersuchung erfahren müssten.

Auch Götte hat in seiner Entwickelungsgeschichte der Unke mit einigen allgemeinen Sätzen die Vorgänge bei der Umformung der beiden Augenblasen berührt, allein von diesem Autor wurden die interessanten „Zellenverschiebungen", die während der Umformung der beiden Blasen stattfinden, nicht speciell verfolgt. Götte gibt nämlich an: „dass jene auf den Zellenverschiebungen beruhende Bewegung sich auch auf die Augenblase fortpflanze, deren durch die Abschnürung geschaffene, mediale Wand einen Theil ihrer Zellen in die laterale Wand vorrücken lasse und diese dadurch dünner, die letztere aber dicker werde."

Ein zweiter diessbezüglicher Satz Götte's in seiner klassischen Monographie über die Entwickelung der Unke drückt die Vorgänge bei der Abschnürung der Augenblase vom Hirn, die Entstehung und Umbildung derselben mit den Worten aus: „dass dieselben auf einer bestimmt gerichteten Zellenbewegung, wie eine solche in grösserem oder geringerem Masse in der ganzen Nervenröhre, ja in allen sich ausdehnenden embryonalen Anlagen als nothwendige Wirkung der fortdauernden Theilung der Empryonalzellen beruhe."

Für Triton alpestris soll im Folgenden der Beweis geführt werden, dass bei der Umbildung der beiden Augenblasen in das Tapetum und die Netzhaut zwei verschiedene Vorgänge sich vollziehen, von denen der eine auf einer Zellen-Dislokation aus der primären in die sekundäre Augenblase und der andere auf der in der sekundären Augenblase gesteigert auftretenden Mitose beruht, bei gleichzeitiger Beschränkung dieser in der primären Blase.

Die formellen Veränderungen der beiden Augenblasen bei Triton hat Kessler, welcher, wie es scheint, die eingehendsten Studien über die Entwickelung des Auges bei den Tritonen machte, genau geschildert; allein die näheren Vorgänge, durch welche die Verdünnung und Verdickung der Augenblasen zu Stande kommen, werden von Kessler in seinen Besprechungen gar nicht erörtert, sondern es wird von demselben nur die Thatsache konstatirt, dass die Dicke der Augenblasenwand bei Triton anfangs eine ganz gleichmässige sei, bald aber die Verdünnung des dem Hirn nächstliegenden Theils derselben sich vollziehe und kaum sei die Umformung der sekundären Augenblase eingeleitet, so reducire sich die spätere Pigmentlamelle auf eine einzige Schicht spindelförmiger Zellen, welche nur mit ihren lang ausgezogenen Spitzen sich berühren. Diese Angaben stimmen ganz und gar überein mit jenen Mittheilungen, welche schon von Remak und A. Barkau über die Entwickelung des Froschauges und von Schenk über die Bildung des Forellenauges gemacht worden sind.

Dass die näheren Vorgänge bei der Umbildung der beiden Augenblasen von den erwähnten Autoren nicht erkannt wurden, liegt wahrscheinlich nur darin, dass die einzelnen Entwicklungsstadien der Embryonen allzugrosse Abstände von einander hatten, wie dies insbesondere aus den Angaben von Schenk und Kessler hervorzugehen scheint, in denen

die rasch sich vollziehenden Veränderungen der Augenblasenwand als besonders in die Augen fallende hervorgehoben werden. Ich habe 15—20 Embryonen von Triton alpestris, welche äusserlich kaum nennenswerthe Unterschiede in Grösse[1]) und Form darboten, untersucht und war mit Hilfe dieser Schnittserien in der Lage, ganz nahe verwandte Entwickelungsstadien aneinander reihen zu können und dieselben boten, wie schon erwähnt, die Möglichkeit dar, alle die sich vollziehenden Veränderungen von der ersten Anlage der Augenblasen aus dem Vorderhirn bis zur vollständigen Einstülpung ihrer lateralen Abschnitte und dem Auftreten der Linse klar stellen zu können.

a) Die Bildung der sekundären Augenblasen.

Während die primitive Augenblase sich vergrössert und dem äusseren Keimblatt nähert, ändern sich ihre Dickendimensionen, indem der sich abschnürende mediale Theil eine Verdünnung und der das äussere Keimblatt berührende laterale Abschnitt eine Verdickung erfährt. Die allerersten Veränderungen der Augenblase fallen an einer ziemlich gleichmässig aussehenden Schnittfläche nicht besonders in die Augen, obschon sich bei einer Zählung der vollständig imbibirten Zellenkerne, welche von Dotterplättchen umgeben sind, ergibt, dass ihre Zahl an der Einschnürungsstelle ab- und an der lateralen Fläche der Augenblase zugenommen hat.

In diesem Entwicklungsstadium berührt die Augenblase das äussere Keimblatt unmittelbar und es schieben sich erst später zwischen beide die Zellen des mittleren Keimblattes ein, um einerseits für die Hornhaut und andererseits für den Glaskörper als Bildungsmaterial Verwerthung zu finden. Alle die sich an die Abschnürung der primären Augenblase von dem Hirn anreihenden Veränderungen derselben kommen

1) Die Länge der Embryonen schwankte zwischen 1,3—1,9 mm.

zunächst dadurch zu Stande, dass die Zellen eine Verschiebung erfahren, wodurch theilweise die auffallenden Verdickungen an der einen und die Verdünnungen an der anderen Stelle entstehen.

Ist die primäre Augenblase mit dem äusseren Keimblatt in Contakt gekommen, so beginnt bei Triton alpestris nicht die Einstülpung derselben, sondern, wie schon zwei Forscher, Schenk für die Forelle und Kessler für den Triton nachgewiesen haben, die Verdickung des lateralen Abschnittes der primären Blase in Form einer biconvexen Scheibe, welche sowohl nach lateralwärts gegen das äussere Keimblatt, als auch nach der Höhle der primären Augenblase hin eine convexe Form erlangt, wie dies in Fig. 1,a unserer Taf. II dargestellt ist. Gleichzeitig erscheint die laterale verdickte Scheibe der primären Augenblase an der ihrer Höhle zugewandten Fläche scharf gegen ihren übrigen Abschnitt durch eine schmale Spalte abgesetzt, als erste Andeutung der künftigen Abgrenzung der primären von der sekundären Augenblase resp. der späteren Netzhaut und Iris von dem Tapetum. Zählt man die Schichten der Zellkerne in diesem Entwickelungsstadium an einem Schnitt der lateralen Scheibe, so beträgt ihre Zahl an der dicksten Stelle derselben etwa fünf, an ihrer Peripherie dagegen nur zwei Lagen. Auch der in der Nähe des Vorderhirns befindliche Abschnitt der Augenblase hat an Dicke so abgenommen, dass derselbe nur zwei, höchstens drei Zellenschichten in sich einschliesst.

Die bisherige gangbare Anschauung über die Bildung der sekundären Augenblase, welche schon von Kölliker und von Götte bekämpft wurde, war die, dass die Einstülpung des lateralen Abschnittes der primären Augenblase in die letztere hinein nur das Ergebniss der sich entwickelnden Linse sei. Allein diese Annahme kann für Triton ebensowenig, wie für viele andere von mir auf diesen Punkt hin

untersuchte Thiere Geltung haben, weil die wichtigste erste Umänderung der primären Blase in der Bildung einer lateralen dicken Scheibe und einer vorwiegend nach der Augenblasenhöhle hin stattfindenden convexen Krümmung derselben besteht, bevor die Linse angelegt ist (S. Taf. II Fig. 4). Diese Formveränderungen der primären Augenblase vor der Linsenanlage sprechen mit Bestimmtheit dafür, dass die Entstehung der sekundären Blase von Vorgängen abhängig ist, welche sich in ihrer verdickten lateralen Scheibe selbst abspielen und bei Triton sicherlich nicht von der Bildung der Linse abhängig sind.

Schon die Betrachtung unserer Figuren 2, 3 und 4, Taf. II beweisen, dass die erwähnten Veränderungen an dem lateralen Augenblasenabschnitt, die allmählich auftretende schalenförmige Einsenkung an der lateralen Fläche der Scheibe und die nach der medialen Seite hin stattfindende kugelförmige Verdickung desselben ganz unabhängig von der Linse sich vollziehen und demnach von der Anlage der sekundären Augenblase selbst ausgehen müssen. Zur Besprechung der vermuthlichen Ursachen dieser Veränderungen werde ich nachträglich noch zurückkommen, und es sei hier nur noch darauf hingewiesen, dass auch Kölliker, Götte u. A. sich schon gegen die Annahme, dass die sich entwickelnde Linse einen mechanischen Faktor für die Einstülpung der sekundären Augenblase darstelle, ausgesprochen haben. An dem Auge der Tritonen findet eine mechanische Beeinflussung der primären Augenblase von Seite der Linse ganz bestimmt nicht statt.

b) Die Zellendislokation aus der primären in die sekundäre Augenblase.

Von allen bisherigen Forschern, insbesondere von jenen, welche sich mit der Entwickelung des Batrachierauges beschäftigt haben, wird die Thatsache, dass die primäre Augen-

blase rasch eine sehr hochgradige Verdünnung bis zu einer einschichtigen Zellenlage erfährt, als eine bedeutungsvolle hervorgehoben. Der nähere Vorgang bei dieser Zellenverschiebung, das nähere Verhalten der Zellen während der Umbildung der Augenblase blieb jedoch bis zur Stunde ein räthselhafter Vorgang.

Verfolgt man bei dem Studium der Augenblase die sich vollziehende Verdünnung von einem Entwickelungsstadium zum andern, so erkennt man, dass die Zellenlagen, welche die primäre Augenblase bilden, in der Weise sich verändern, wie es in den ersten 5 Figuren der Tafel II zur Darstellung kam. Man sieht, dass die Verdünnung der primären Augenblase nicht plötzlich und gleichmässig stattfindet, sondern zunächst dadurch eingeleitet wird, dass die Zellen an ihrem medialen Pol der Zahl nach geringer werden, um schliesslich nur eine einzellige Lamelle darzustellen. Ein anderer auffallender Vorgang besteht darin, dass die Zellen sowohl, als auch ihre Kerne sich formell ändern, indem die ersteren ihre Cylindergestalt einbüssen und kubisch werden, die letzteren aus der länglich ovalen Form in die runde übergehen. Während diese Veränderungen am hinteren Pol der primären Augenblase sich vollziehen, nehmen gegen ihren Rand hin die bezüglich der Grösse nur wenig veränderten Zellen eine auffallend schiefe Stellung zur Oberfläche der Blase ein und man beobachtet, dass dieselben in unmittelbarer Reihenfolge den Zellenschichten der verdickten Scheibe für die künftige Netzhaut sich unmittelbar anschliessen und in Form und Richtung keine Spur einer Abgrenzung zeigen. Besonders klar sind diese Uebergangsstellen zwischen der primären und sekundären Augenblase in unserer Tafel dargestellt. Man empfängt bei der Betrachtung der Objekte, welche zur Darstellung der Fig. 3, 4 und 5 gedient haben, geradezu den Eindruck, als hätte das Zellenmaterial die Neigung, sich in die laterale schon verdickte Scheibe einzudrängen, um in

derselben Aufnahme zu finden. Die Folge dieses Vorganges ist die in der primären Augenblase immer weiter gehende Verdünnung, so dass die formell veränderten Zellenkerne am medialen Pol derselben (S. Fig. 5, h) einen immer bedeutenderen Abstand von einander erlangen. In Fig. 6 Taf. II hat die Verschiebung der Zellen aus der primären in die sekundäre Blase fast vollständig stattgefunden; die erstere erscheint jetzt sehr dünn, die letztere dagegen bedeutend verdickt und es drängen sich auch die einzelnen Zellen immer dichter zusammen und bilden eine durchschnittlich sechs- bis siebenschichtige Lage.

Wenn man bei der Besprechung der sekundären Augenblase das Wort „Schichte" gebraucht, so ist zur Vermeidung von Missverständnissen darauf hinzuweisen, dass eine lamellenartige Anordnung der Zellen in derselben im strengen Sinn des Wortes nicht vorhanden ist. Die Kerne, welche in den besprochenen Entwickelungsstadien noch von zahlreichen Dotterplättchen umgeben sind, stehen unregelmässig neben- und hintereinander, so dass ihre Längsaxen mehr oder weniger senkrecht zur Scheibe und zu der allmählich eintretenden Krümmung derselben radiär stehen.

Hat die Einwanderung der Mehrzahl der Zellen aus der primären Augenblase in die sekundäre stattgefunden, wodurch diese an Mächtigkeit zugenommen, so treten die beiden Blasen, welche jetzt, wie man sich ausdrückte, einen Doppelbecher darstellen, miteinander in Kontakt, indem die Höhle der primären Augenblase endlich durch die eingestülpte sekundäre ganz so erfüllt ist und gegenseitige so innige Beziehungen zeigen, wie es in den Figuren 7 und 8 der Taf. II dargestellt ist.

Jeder vorurtheilsfreie Beobachter wird bei dem Studium der von den Tritonen-Embryonen angefertigten Präparate die Ueberzeugung gewinnen, dass es sich bei den geschilderten Vorgängen wesentlich um eine Verschiebung der

Zellen aus der primären in die sekundäre Augenblase handeln kann. Wie sollte denn auch die so rasch eintretende Verdünnung der primären Blase erklärt werden! Man kann doch nicht annehmen, dass die Zellen der primären Augenblase, nachdem dieselben entstanden, sofort wieder zerfallen und etwa anderen Zellen als Nahrung dienen, in einem Entwicklungsstadium, in welchem eine genügende Quantität von Dotterplättchen als Ernährungsmaterial vorhanden ist.

Die Veränderungen, welche sich in den beiden Augenblasen vollziehen, reihen sich in den verschiedenen Entwickelungsstadien so bestimmt und so eigenartig aneinander, dass kaum eine andere Deutung, als die Verschiebung fast des ganzen Zellenmateriales aus der primären in die sekundäre Augenblase zulässig erscheint.

Diese Dislokation der Zellen, welche zunächst an dem medialen Pol am auffallendsten wahrnehmbar wird; die Anhäufung der Zellen gegen den Rand hin, die regelmässige reihenweise dichtgedrängte Anordnung derselben; die Richtung und klar sichtbare Krümmung der Kerne, sowie die allmähliche Grössenabnahme der Zellen vom Rande des primären Augenblasen-Bechers bis zum medialen Pol und nicht minder die gleichzeitige Vermehrung derselben in der sekundären Augenblase sprechen ohne Zweifel dafür, dass ein Eindringen der Zellen aus der zuerst angelegten primären Blase in die bedeutungsvolle sekundäre hin stattfindet.

Bei dieser Besprechung der Veränderungen der beiden Augenblasen kann ich es nicht unterlassen, auf ein Verhalten der Zellen des mittelbaren Keimblattes hinzuweisen, welches an allen Objekten in einem bestimmten Entwickelungsstadium wahrnehmbar ist.

Man kann nämlich an allen gut gelungenen Schnitten durch die sich entwickelnden beiden Augenblasen wahrnehmen, dass, wenn die hochgradige Verdünnung der primären Blase erfolgt ist und die einzelnen Kerne der plattgewordenen

Zellen einen grossen Abstand von einander zeigen, die Zellen des mittleren Keimblattes sich herandrängen und in unregelmässiger Anordnung mit dem künftigen Tapetum in Kontakt treten. Diese Zellen stellen unzweifelhaft die ersten Bildungselemente für die Membrana chorioidea dar, denn eine Betheiligung an dem epithelialen Tapetum ist kaum denkbar.

Dieser Vorgang erinnert an das Verhalten der Mesenchymzellen an der sich bildenden Hornhaut. Bald, nachdem die Linse sich von den tiefsten Zellenlagen des äusseren Keimblattes ganz abgeschnürt hat, treten die Mesenchymzellen von allen Seiten schichtenweise an die Zone, aus der die Linse hervorging, heran und stellen das Bildungsmaterial für die Tunica propria der Hornhaut dar.

c) Betheiligung der Mitose an der Bildung der sekundären Augenblase.

Bei der Umbildung der primitiven Augenblase in die sekundäre spielt neben der Zellendislokation die mitotische Kerntheilung eine ganz wesentliche Rolle. Ich habe oben schon angedeutet, dass das Zustandekommen der lateralen Scheibe und ihre rasch erfolgende Verdickung nicht das alleinige Resultat der Zellenverschiebung sei, sondern ein zweiter Faktor bei derselben sich betheilige, welcher in der Vermehrung der Zellen der zuerst als Scheibe angelegten sekundären Augenblase gegeben ist.

Sorgfältige Vergleiche von Schnittserien der primitiven und sekundären Augenblase ergeben, dass die rasche Vermehrung der Zellen in der letzteren in keinem Verhältniss steht zu dem gesammten Zellenmaterial in der ersteren, welches zur Zeit der Abschnürung von dem primären Vorderhirn vorhanden ist. Die Schnittserien lassen denn auch bald erkennen, dass die Quelle für die Zellenvermehrung von der zuerst scheibenförmig angelegten sekundären Augenblase

ausgeht. Schon während der Ausstülpung der Augenblase aus dem primären Vorderhirn nimmt man an der ihrer Höhle zunächst liegenden Zellenschicht wahr, dass dieselbe ebenso, wie in der innersten Schicht der Hirnblase selbst, eine sehr lebhafte Mitose zeigt. Die Mehrzahl der Schnitte, welche von Tritonen-Embryonen von 1—1,9 mm Länge gewonnen sind, zeigt kariokinetische Figuren in den verschiedensten Phasen ihrer Umbildung, von der einfachen Vermehrung der chromatischen Kernsubstanz an, bis zur vollständigen Kerntheilung in zwei Tochterkerne.

Schon von mehreren Autoren wurde hervorgehoben, dass die Mitose am Medullarrohr sich hauptsächlich in jener Kernzone abspielt, welche der Höhle derselben zunächst liegt. Eine ganz ähnliche Beobachtung kann man auch an der Augenblase machen, an der die kariokinetischen Figuren nur an der der Höhle zunächst liegenden Zellenschichte auftreten. Dieser Vorgang bedingt meiner Meinung nach neben der oben beschriebenen Zellenverschiebung die Art des Wachsthums der lateralen Scheibe an der primären Augenblase und die nach der medialen Seite hin stattfindende convexe Krümmung derselben.

Ich muss zunächst die Thatsache hervorheben, dass die erste Anlage der künftigen Netzhaut in der primitiven Augenblase als biconvexe Scheibe auftritt. Wenn nun an einer derartigen Scheibe die Kerntheilung fast nur an ihrer medialen Fläche stattfindet, so muss an dieser Fläche ein erhöhtes Wachsthum mit starker Ausdehnung in Folge der Zellenvermehrung zu Stande kommen. Die laterale Fläche der Scheibe dagegen muss, weil dort die Mitose nicht vorhanden ist, in ihrem Wachsthum zurückbleiben und es erfolgt eine lateralwärts gerichtete concave Mulde, welche der Linsenentwickelung voraneilt.

Die Ursache der Einstülpung der lateralen Scheibe der primären Augenblase in die Höhle derselben, resp. das Zu-

standekommen der sekundären Augenblase beruht meinem Dafürhalten nach zunächst in der lokal abgegrenzten Mitose an der medialen Fläche der mehrfach erwähnten Scheibe.

Ob die beschriebenen dislocirten Zellen nur in das mediale Zellenlager der Scheibe eindringen oder auch an anderen Stellen derselben Aufnahme finden, ist schwer festzustellen. Die lebenden Embryonen sind viel zu wenig transparent, um die Zellenverschiebung beobachten zu können, und die Gleichartigkeit der Kerne an dem conservirten Material lässt nicht erkennen, an welcher Stelle die dislocirten Zellen in der Augenblasenscheibe Aufnahme finden.

Die beschriebene histogenetische Differenzirung in den Augenblasen: die Zellenverschiebungen einerseits und die Mitosen andererseits, als die wesentlichsten und nächsten Ursachen der Einstülpung der sekundären Augenblasen in die Höhle der primären anzusehen, hat viel mehr Wahrscheinlichkeit für sich, als die Annahme, dass die Linse die formelle Umbildung der Augenblasen zu Stande bringen soll. Alle die bedeutenden Differenzirungen in der Anlage für die künftige Netzhaut finden in den beschriebenen Vorgängen eine befriedigende Erklärung, nicht aber durch die angenommene Mitwirkung der Linse, welche wohl eine formelle Umbildung der Augenblase bis zu einem gewissen Grade zu Stande bringeu könnte, die bedeutungsvollen Differenzirungen der als Scheibe angelegten Netzhaut aber ganz und gar unerklärt liessen. All die erwähnten Umbildungsvorgänge der Augenblasen gehen von der vitalen specifiischen Thätigkeit ihres Zellenmateriales aus. —

Bei einer anderen Gelegenheit werde ich auf die verwandtschaftliche entwickelungsgeschichtliche Uebereinstimmung der Augenblasen zwischen der Unke und dem Triton näher eingehen.

Beschreibung der Figuren der Tafel II.

Sämmtliche Zeichnungen sind mit dem Prisma aufgenommen und können als sorgfältige Copien der vorgelegten Objekte betrachtet werden.

Von allen Horizontalschnitten sind nur die linken Augenblasen mit dem angrenzenden äussseren Keimblatt und der primären Gehirnblase dargestellt.

Fig. 1. Horizontalschnitt durch die primitive Augenblase als Ausstülpung der primären Hirnblase. Länge des Embryo 1,2 mm.

Die Abschnürung hat begonnen und bei *a* ist die biconvexe Retinascheibe schon so verdickt, dass man an dem Schnitt von der lateralen bis zur medialen Fläche 4—5 Zellenschichten zählen kann. Eine Zählung der Zellen wird nur mit Hilfe der stark imbibirten Kerne möglich, weil die Zellengrenzen undeutlich sind.

Fig. 2. Horizontalschnitt durch die Augen- und Hirnblasen von einem 1,3 mm langen Tritonembryo.

Die Abschnürung der Augenblase von der Hirnblase ist fast vollständig. Die Abschnürungsstellen berühren sich gegenseitig. (Stiel des künftigen Opticus). *b*, verdünnte primäre Augenblase, welche am medialen Pol eine einzellige Schichte besitzt, deren Zellen kubisch geworden sind; die Kerne derselben stehen mit ihren längsten Durchmessern noch in frontaler Richtung.

Der periphere Abschnitt der primären Augenblase schliesst noch zwei Zellenlagen in sich ein, welche nach der lateralen Scheibe vorrücken.

c, Die Scheibe zeigt an der medialen Fläche eine Verdickung und hat sich der primären Augenblase genähert.

Fig. 3. Horizontalschnitt des Kopfes von einem 1,4 mm langen Tritonembryo.

d, Die primäre Augenblase, in welcher am medialen Pol die kubischen Zellen mit ihren runden Kernen einen grösseren Abstand zeigen, sind nicht in der Ebene des Opicusstieles durchschnitten. Sehr klar zeigt sich an dieser Figur der allmähliche Uebergang der

runden kubischen Zellen in die grösseren schiefgestellten am Rande des primären Augenbechers (*e*), wo die Aufnahme des Zellenmaterials in die laterale Scheibe stattfindet.

Fig. 4. Horizontalschnitt des Kopfes eines 1,2 mm langen Tritonembryos.

f, Am hinteren Pol der primären Augenblase haben die Zellen eine platte Form angenommen, während am Rande derselben die einzellige Lage immer mehr in die dicker und concaver gewordene Scheibe vorrückt.

g, Bei diesem Buchstaben stehen die Zellen so dicht gedrängt nebeneinander, dass ihre Kerne sich fast berühren. An der proximalen Seite erscheinen die Zellen gebogen und ihre Kerne gekrümmt. An der convexer gewordenen Fläche der lateralen Scheibe sind mehrere kariokinetische Figuren sichtbar.

Fig. 5. Horizontalschnitt durch den Kopf eines 1,5 mm langen Tritonembryos.

Obschon an dieser Figur die Höhle der primären Augenblase fast ganz von der lateralen Scheibe erfüllt ist, erscheint doch erst eine kaum angedeutete Mulde an der lateralen Fläche derselben. An dieser Figur ist die erste Anlage der Linse *(k)*, entstehend aus dem tiefen Zellenstratum des äusseren Keimblattes, dargestellt. Obschon die Mulde lateralwärts an der Scheibe in Fig. 3 und 4 angedeutet ist, zeigt sich keine Anlage für die Linse. Der Raum für die erste Anlage derselben ist hier auch schon präformirt. Der Buchstabe *k* ist zu einer kariokinetischen Figur punktirt.

h, Sehr verdünnte primäre Augenblase, an der die platte Form der Zellen schon zu Stande gekommen ist mit grossem Abstand der einzelnen Kerne.

i, Die letzten dichtgedrängten grossen Zellen sind im Begriff, ganz in der Scheibe der sekundären Augenblase aufgenommen zu werden. Die Zellenschichten haben sich an der dicksten Stelle der Scheibe auf 7—8 vermehrt.

k, Erste Anlage der Linse. Die Linie, welche die Zellen für die erste Linsenanlage von der oberflächlichen Schichte des äusseren Keimblattes abgrenzt, ist viel zu stark ausgedrückt.

Fig. 6. Horizontalschnitt durch den Kopf eines 1,5 mm langen Tritonembryos.

Diese Figur unterscheidet sich von der vorigen durch stärkere Ausdehnung der Retinascheibe und grössere Krümmung derselben.

l, die primäre Augenblase hat sich zu einer sehr dünnen Lamelle umgewandelt.

m, Die grösseren Zellen derselben sind fast alle in der sekundären Blase aufgenommen, wodurch diese eine Vergrösserung erfahren hat. Auch an diesem Objekt ist eine Mitose an der convexen Fläche der künftigen Retina sichtbar.

n, Die zu einem Halbkreis umgeformte Linsenanlage, in welche vom äusseren Keimblatt immer noch Zellen eintreten, aber auch in der Linse selbst durch Mitose vermehrt werden.

Fig. 7. Ein der vorigen Figur ähnlicher Horizontalschnitt am Stiel des künftigen Nervus Opticus. Tritonembryo von 1,6 mm Länge.

Erst in diesem Stadium kann man von einem sekundären Augenblasenbecher sprechen, in dessen lateraler Mulde die Linse ein Bläschen mit engem Lumen darstellt. Die beiden Blasen berühren sich vollständig und verkleben miteinander.

o, primäre,

p, sekundäre Augenblase.

Fig. 8. Horizontalschnitt durch den Kopf eines gegen 2 mm langen Tritonembryos.

Während die primäre Augenblase sehr dünn geworden, hat sich die sekundäre bedeutend gedehnt und stärker gekrümmt.

q, Platte Zellen der primären Blase mit herandrängenden Zellen des mittleren Keimblattes für die Anlage der Chorioidea.

r, Uebergangsstelle der beiden Augenblasen, an deren distalem Abschnitt kariokinetische Figuren sichtbar sind, welche der primären Blase angehören.

s, Linse in Form eines Bläschens mit einem etwas vergrösserten Lumen. Die Linse hat sich vollständig vom äusseren Keimblatt getrennt und ihr weiteres Wachsthum scheint nur von ihrer Zellentheilung abhängig zu sein.

Generelle Uebersicht der Heilmittel in dem Áyurvéda [1]) des Suśrutas

eine Studie von Franz Hessler.

(Eingelaufen 4. Mai.)

Die Heilmittellehre in dem *Áyurvéda* des *Suśrutas* erstreckt sich nicht allein auf die eigentliche *Materia Medica*, sondern umfasst auch die chirurgischen Instrumente und die Zaubermittel und Incantationen. Demnach sind die Heilmittel hier so reichhaltig, dass in dieser Hinsicht weder die altklassische eines *Dioscorides* und *Galenos*, noch die arabische und mittelalterliche, noch auch die neueste Arzneimittellehre ihnen nur annähernd gleichkommt. Aber gerade dieser Heilmittelreichthum möchte den triftigsten Beweis für das von mir angenommene hohe Alter des *Suśrutas* liefern; denn man kann doch sicher annehmen, dass der schriftlichen Abfassung dieses Werkes eine lange Zeit praktischer Erfahrungen und eingehender Versuche vorausgingen; denn es sind sämmtliche Mittel nach ihren Indicationen, Anwendungsweisen und Wirkungen, nach ihren Dosirungen u. s. w. sorgfältigst ausgeführt, was Alles tief eingehende Beobachtungen voraussetzt.

Beginnen wir mit der Betrachtung der chirurgischen Instrumente. Der Form nach gibt es 6 Gattungen derselben: tubusgestaltige, hackenbildende und Hilfsinstrumente; das

1) Ich folge hier, wie in meiner lateinischen Bearbeitung des *Suśrutas* dem Sanskrit-Laut-System von Sir William Jones. —

Wichtigste ist die menschliche Hand. Von jeder Gattung wird ihre Zahl angegeben, so wie ihr Gebrauch bei chirurgischen Operationen. Die meisten Instrumente sind aus Eisen gefertigt, wobei eine genaue Beschreibung ihrer Grösse folgt. Die chirurgischen Werkzeuge müssen von einem gründlich geübten Fabrikanten gefertigt und sehr rein gehalten werden. Die Hilfswerkzeuge bestehen in Stricken, geflochtenen Haaren, Binden, Riemen, Baumrinden, leinenen Tüchern, Erden, Steinchen, Hämmerchen, Zähnen, Nägeln, Pferdedecken, Magnet, Kameelen, *Cauterium*, *Causticum* und innerlichen Arzneistoffen.

Die Wirkungen der chirurgischen Werkzeuge bestehen in Schneiden, Ausfüllen, Binden, Untersuchen, Umwenden, Lockern, Herumdrehen, Durchbohren, Ausrotten, Reinigen, Herausreissen, Ausziehen, Aufheben, Zerbrechen, Aufsaugen, Geraderichten, Abwaschen, Einblasen, Abwischen. Von allen diesen Werkzeugen werden die Fehler der Fabrikation in Grösse und Form gründlich erörtert. — Eine sehr ausführlichere Beschreibung ist besonders den *Scalpellen* gewidmet; 20 Arten dieses Instrumentes werden aufgeführt. Zur Reinhaltung der Instrumente wird grosse Rücksicht auf den Ort der Aufbewahrung derselben dringend empfohlen; besonders noch wird eingeprägt, da, wo eine Verrichtung für die Hand indicirt erscheint, nur diese, und kein anderes Werkzeug zu gebrauchen, da ja alle chirurgischen Instrumente doch nur Stellvertreter einer operirenden Hand seien, die wieder nur durch eine geschickte Hand des Operirenden geleitet werden.

So viel über die Instrumenten-Lehre, woraus abermals klar ersichtlich ist, welche Gewandtheit die alten Hindu in den chirurgischen Operationen bereits in dem Zeitalter des *Suśrutas* schon besassen, und welch lange Zeit sie schon vor Abfassung dieses Werkes sehr vielfältige Beobachtung im Gebiete der Chirurgie angestellt haben mussten. Nebenbei

muss hier noch bemerkt werden, dass überhaupt im *Susruta* die Chirurgie, im *Charaka* die innere Medizin den grössten Antheil hat.

Zu den Hilfswerkzeugen für Chirurgie könnte man auch die Anwendung der Blutegel und Schröpfköpfe rechnen; erstere werden nach ihrer Brauchbarkeit beschrieben; für die Schröpfköpfe ihre Anwendung erörtert. Dabei wird besonders bemerkt, dass die Anwendung der Blutegel die mildeste Art der Blutentziehung sei, und bei Königen, Reichen, Kindern, Greisen, Furchtsamen, Abzehrenden, Weibern, Verzärtelten anstatt der Aderlässe Platz greifen soll; dasselbe gilt für die Indication der Schröpfköpfe. Nicht ausser Acht gelassen ist hier die Anwendung des Feuers in der Form von *Moxa*, die aber auch, wie die Anwendung der Aderlässe in gleichen Fällen contraindizirt ist. — Wo nämlich die Arzneistoffe nicht zur Heilung führen, findet das Messer seine Anwendung; wo dieses nicht hilft, muss man das Feuer anwenden. Ich übergehe hier die gründliche Naturgeschichte und Zucht der Blutegel, die sehr ausführlich ist, und heute noch Beachtung verdient. Es werden hier die schädlichen und die heilsamen beschrieben, und besonders die krankhaften Symptome nach den Bissen der giftigen Egel aufgezählt. — Am Schlusse aller chirurgischen Werkzeuge wird nachdrücklichst ein Operationskurs empfohlen, wo es heisst: „*Suvahu* srutopyakritayogyah karmasvayogyo bavati.“ „Auch ein sehr hoch Gelehrter, eine Einübung nicht gemacht habend, ist in den Operationen ungeübt.“ An verschiedenen Früchten, an leblosen Thieren, an gefüllten Blasen etc. wird dieser Operationskurs bewerkstelligt.

Einen Rückblick auf alle diese Mittheilungen werfend, gewahren wir abermals das hohe Alter des *Ayurvéda*, dem vor seiner schriftlichen Abfassung grosse und lange dauernde Erfahrungen, wie bereits schon gesagt, vorausgegangen sein mussten. Noch mehr wird dies in die Augen

springen, wenn wir die Heilmittel für die innere Medicin aus dem Pflanzenreiche in nähere Betrachtung ziehen.

Wir zählen 760 Medizinal-Pflanzen im *Susrutas* namentlich aufgeführt. Dieselben sind nach ihrer Wirkung in 36 Klassen eingetheilt und nur eine Klasse besteht aus Mineralstoffen, nämlich aus Zinn, Blei, Kupfer, Silber, Gold, Magnet und Eisenrost, denen die vorzüglichste Wirkung zugeschrieben wird.

Aus den Gewächsen werden die Wurzeln, Hölzer, Rinden, Blätter, Blüthen und Früchte benützt; daraus werden Infusen, Dekokten, Tinkturen, Spirituosen, Oele, Säuren, Salben, Pflaster, Pillen, Bäder, Klystire und allerlei Getränke zubereitet, die in den angegebenen Indicationen adhibirt werden. — Ich will hier abgekürzt einige Beispiele anführen:

I. Die erste Klasse, mit *Hedysarum gangeticum* beginnend und 18 Arzneigewächse zählend, heilt biliöse und Respirationskrankheiten.

II. Die zweite Klasse beginnt mit *Cassia fistula* und enthält 20 Pflanzenstoffe. Sie wirkt vorzüglich gegen Arthritis und Lepra.

III. Diese Klasse beginnt mit *Capparis trifoliata* und heilt vorzugsweise die Drüsengeschwülste.

IV. Die *Pentaptera arjuna* ist das Hauptmittel in dieser Klasse, und heilt die Windsucht und Stein-Krankheiten.

V. Mit *Shorea robusta* beginnt diese, vorzüglich die Gelbsucht heilende Klasse.

VI. Mit *Symplocos racemosa* beginnende, 14 Pflanzen zählende Klasse heilt die weiblichen Geschlechts-Krankheiten und ist auch Gegen-Gift.

VII. Phlegma und Fettsucht tilgend und Geschwüre reinigend wird diese, mit *Asclepias gigantea* beginnende Klasse beschrieben.

VIII. *Anethum sowa* ist der Repräsentant dieser Klasse, die das Hauptwurmmittel ist und die asthmatischen Beschwerden hebt.

IX–XXXVII wird in gleicher Weise fortgefahren, was näher zu erörtern hier nicht beabsichtigt ist. Es werden besonders in diesen 29 Klassen die Arzneipflanzen *Bignonia indica, Piper longum, Elettaria cardamomum, Acorus calamus, Solanum melongena, Piper nigrum, Xylocarpus granatum, Jasminum auriculatum, Ficus indica, Nymphæa cærulea, Convulvulus paniculatus* hervorgehoben, die in den verschiedenartigsten chronischen Krankheiten ihre Anwendung finden.

Die Diätetik oder Lehre über Nahrungsmittel, Wohnung und Bekleidung hat *Suśrutas* sehr ausführlich behandelt, und Grundsätze aufgestellt, die noch heutigen Tages ihre Geltung behaupten. Die Speisen und Getränke sind freilich nach Zeit und Ort sehr verschieden, aber das Princip derselben ist doch durchgreifend. Die Nahrungsmittel sind nach *Suśrutas* die Wurzel aller Lebewesen (Práńinam múlam áháro) und so nothwendig als Wasser und Luft. — Die einfachen und zusammengesetzten Speisen und Getränke geben uns ein anschauliches Bild der antiken indischen Kochkunst; die bei den Mahlzeiten zu beobachtenden Regeln sind sehr complizirt, und schreiben vor, wie die Speisen und Getränke der Reihe nach erfolgen müssen, um der Diätetik vollkommen zu entsprechen.

Unter den Speisen werden die Getreidearten, und unter diesen vorzüglich die Reisarten hervorgehoben, und diesen an Nahrungswerth die Gerstensorten zur Seite gestellt. — Eine grosse Rolle in der indischen Küche spielen auch die verschiedenen *Leguminosen*, besonders die Erbsen, Linsen und Bohnen, die vielen Nährstoff enthalten. Unter den *Cerealien* steht in dieser Hinsicht der Weizen oben an. — Die Fleischspeisen sind äusserst zahlreich, und werden

die mannigfaltigen Fleischarten nach Nährstoff und Geschmack wohl von einander unterschieden; es gibt 6 Arten von Fleisch: im Wasser lebende Thiere, Hausthiere, Geflügel, Wildpret, Körnerfresser und Fleischfresser, wovon jede Art nach Zubereitung und Nährgehalt beschrieben wird. — Die Klasse der Baumfrüchte und Obstsorten bietet einen Reichthum, der wirklich überrascht, und die Reichhaltigkeit des Pflanzenreiches in Ostindien, wie wir heute noch sehen, bewundern lässt. Aber nicht allein als Nahrungs-Mittel, sondern auch in pharmakodynamischer Rücksicht erfahren wir hier Hochwichtiges.

Die Klasse der Blüthen ist mehr für den medizinischen Gebrauch durchgeführt, und werden hier besonders die Hanfblüthen gegen gallige Hæmorrhagie dringend empfohlen, und wird die Senfblüthe als ein sehr wirksames *Antihelminthicum* gerühmt.

Den Wurzeln wird weit mehr Nährstoff als den übrigen Pflanzentheilen zugeschrieben; nicht allein als Nahrungsmittel, sondern auch grossentheils in pharmakodynamischer Hinsicht werden sie sehr gepriesen. Seltsamerweise ist auch von den Wurzeln des *Solanum melongena* die Rede, als semen virile befördernd und Drüsen erweichend; auch ist von verschiedenen Rettigarten die Sprache; die Wurzel von Arum campanulatum ist das beste Hæmorrhoidalmittel. —

Die Kochkunst in ihrer fremdartigen Eigenthümlichkeit übergehe ich hier, und muss diese ausführlich in einer besonderen Abhandlung vollständig durchgeführt werden.

Von den Salzen und Mittelsalzen, von Kochsalz, von Kali und Natron erfahren wir hier freilich sehr wenig, was bei dem Mangel an chemischer Wissenschaft der alten Inder nicht befremdet.

Die Arzneistoffe aus dem Thierreiche sind: Fette, Milche, Urine, Butter und Fleischarten. Eine Hauptrolle spielen hier die Urine verschiedener Thiere, die als Heilmittel

gegen die mannigfaltigsten Krankheiten ihre Anwendung finden. — Im *Charaka* finden wir die Urine am ausführlichsten behandelt. — Die Milch verschiedener Thiere ist nicht nur ein kräftiges Nahrungsmittel, sondern auch einer der wirksamsten Arzneistoffe, namentlich bei chronischen Krankheiten aller Art, besonders bei Abzehrungen. —

Die Pflanzenstoffe, seien solche als Medicamente oder als Nahrungsmittel anzusehen, werden in ihren Zusammensetzungen nach ihrem Geschmacke geordnet. Es ist diese Composition von Stoffen höchst merkwürdig und muss hier etwas näher betrachtet werden. Es entscheidet bei dieser Zusammensetzung blos der Geschmackssinn. So gibt es zwei-, drei-, vier- und fünffache Zusammensetzungen in folgender Art: mit dem süssen Geschmacke kann durch Duplication verbunden werden das Sauere, das Salzige, das Bittere, das Stechende und Adstringirende. Mit dem Saueren kann das Salzige, das Stechende, das Bittere und das Adstringirende; mit dem Salzigen das Stechende, das Bittere und Adstringirende; mit dem Stechenden das Bittere, Adstringirende; mit dem Bitteren das Adstringirende verbunden werden. Dies sind Duplicationen. Es kommen aber, wie schon gesagt, auch drei-, vier- und fünffache Verbindungen vor, so dass es 63 Geschmackszusammensetzungen mit dem Süssen, Saueren, Salzigen, Stechenden, Zusammenziehenden und Bitteren gibt, die sowohl in der Küche, als auch in der Receptur zu berücksichtigen sind; eine höchst spitzfindige Anordnung der Stoffe nach festen unumgänglichen Regeln.

Ein eigenes Kapitel handelt von den Wirkungen der Geschmäcke. Das Süsse vermehrt das Blut, das Fleisch, den Chylus, das Mark, den männlichen Samen, die Milch. — Das Sauere befeuchtet, ist Digestivmittel, erwärmt die Eingeweide. — Das Salzige ist purgirend, Verdauung befördernd, anfeuchtend. — Das Stechende ist Appetit ver-

mehrend, die Würmer und das Phlegma vertreibend. — Das Bittere ist Appetit vermehrend, das Fieber mässigend, den Eiter eintrocknend, den Durst löschend. — Das Adstringirende reinigt und trocknet aus. — Wenn einer dieser Geschmäcke ohne alle Beimischung im Uebermaasse angewendet wird, entstehen krankhafte Affectionen, die genauer angegeben werden. Daher die vielen Mischungen der Stoffe miteinander. — Welche Stoffe als süsse, sauere, salzige, stechende, bittere und adstringirende zu betrachten sind, wird klassenweise aufgezählt. — Zur Klasse der süssen Stoffe gehören: Geklärte Butter, Fette, Mark, Reis, Gerste, Weizen, Weinbeeren, Honig, Zucker etc. Als sauere Stoffe sind zu betrachten: Citronen, Tamarinden, gestockte Milch, Buttermilch, Essig etc. Stechend sind: Pfeffer, Rettig, Zwiebel, Tamarinden etc. Salzig sind: Kochsalz, Soda, Salpeter, Natrum, Seesalz etc. Bitterstoffe sind: Solanum melongena vorzüglich. Adstringirend: Indische Feige, Myrobalanen, Amaranth, Bergweizen etc.

Ueberblicken wir die Unmasse von Arznei- und Nahrungsstoffen, wie uns solche *Suśrutas* vorführt, so können wir nicht umhin anzunehmen, dass, wie wiederholt gesagt, der Abfassung unseres *Áyurvédas* eine jahrhundertelange Beobachtung und Erfahrung vorausgegangen sein muss und dass dies Werk als Göttergeschenk von den antiken Hindu angesehen und so in den *Canon* ihrer heiligen Schriften aufgenommen worden ist.

Unsere Pharmacopoea germanica, so reichhaltig sie auch ist, kann sich nicht in dieser Hinsicht mit der altindischen Arzneimittellehre messen, obgleich sie mit *Chiron*, *Asclepios* und den Gärten der *Hekate* beginnend und mit unserer gegenwärtigen Pharmakopöe endend, einen Zeitraum für ihren Ausbau von mehreren tausend Jahren umfasst. — So wiederholen wir bei jeder Gelegenheit den Hinweis auf das hohe Alter des *Suśruta*. Gegen diesen Schluss könnte man

etwa einwenden, dass gerade die lange, der Abfassung des *Ayurvédas* vorausgegangene Zeit auf dessen Neuheit schliessen lasse. Allein dies zu behaupten, möchte wohl die kühnste Kritik nicht wagen. Das antike Gepräge des ganzen Werkes, die originelle Färbung desselben, die Aufnahme in den Canon der heiligen Schriften, der ächte brahmanische Standpunkt und vor allem die antike einfache Sprache selbst würde einen solchen verkehrten Rückschluss verdammen.

Kurt Sprengel hat freilich über das ganze Alterthum der Inder unbarmherzig den Stab gebrochen, wurde aber von Julius Rosenbaum glänzend abgefertigt.

Ich habe schon vor 58 Jahren in einer Abhandlung „De antiquorum Hindorum medicina et scientiis physicis, quæ in Sanskritis operibus exstant" mich gegen Kurt Sprengel aufgelehnt, der die Geschichte der indischen Medicin geradezu als fabelhaft erklärt und in den neueren Forschungen lediglich nur einen Hang zum Abenteuerlichen und Neuerungssüchtigen erblickt; ja, er verwirft sogar den astronomischen Beweis des *Colebrooke* (Asiat. res. VIII. p. 493), dass die *Védas*, die ältesten Religionsbücher der Inder, wenigstens aus dem vierzehnten Jahrhunderte vor unserer Zeitrechnung herrühren, und verfährt ganz leidenschaftlich gegen die altindische Cultur und Wissenschaft überhaupt, ins Besondere eifert er gegen die Annahme des hohen Alterthums der indischen Literatur. Man vergleiche aus meiner angeführten Abhandlung den § 2 und 4, wo von dem indischen Alterthume, nach dem damaligen Stande unserer Wissenschaft, das Nähere hierüber ausgeführt ist, wiewohl ich heut zu Tage nicht mit Allem damals Behaupteten einverstanden sein kann!

Zur Heilmittellehre der alten Hindu gehören auch die Mittel gegen die Dämonen, die vorzugsweise die Kinder überfallen. Diese Dämonologie stellt aber nicht nur Zauberformeln und Incantationen, sondern auch wirkliche

natürliche Heilmittel gegen die Verzauberungen auf, die theils in Begiessungen, Einreibungen und Räucherungen bestehen. Die Hauptmittel hiegegen sind indessen die vorzunehmenden Opfer verschiedener Art und die Segen- und Weihsprüche. Der *Áyurvéda* des *Suśrutas* enthält mystische Heilmittel, die sich auf religiöse Dogmen stützen und aus den Véden abgeleitet sind. Diese Heilmittel gehen mit der materiellen Materia medica Hand in Hand.

Die vorzüglichsten Spuckgeister sind: die Skandas, die wichtigsten, die durch Besprengung eines Absudes von *Palma Christi* und durch Räucherung aus Kuh- und Schafhaaren verscheucht werden. — Die Sakuni werden durch Zaubersprüche vertrieben; die scheussliche Göttin Putaná wird durch Zaubersprüche unschädlich gemacht. Auf gleiche Weise werden die übrigen unholden Geister vertrieben oder besänftiget. — Viele Krankheiten, die als Strafe eines ruchlosen Lebens von den Göttern verhängt werden, müssen durch Fasten, Gebete und Opfer gesühnt, resp. geheilt werden, besonders solche Uebel, die aus einem früheren gottlosen Lebenswandel herrühren, sind durch rigoröse Ascese heilbar, denn die Seelenwanderung, auch in Thiergestalten, ist in der altindischen Religion nicht selten. Ja, nicht einmal die Götter verschmähen es, in Thiergestalten zu erscheinen und als *Avatare* der Zeit so aufzutreten.

Auffällig erscheint mir ferner, dass auch einige Arzneipflanzen und Küchengewächse in den *Áyurvéda* aufgenommen worden, die nicht eigentlich in Ostindien beheimatet sind; sagen doch antike Klassiker, die alten Inder hätten keinen Verkehr mit dem Auslande gehabt und seien auch nicht ausgewandert. Allein der gründliche Geschichtsforscher Heeren suchte das Gegentheil nachzuweisen. Man vergleiche dessen „Commentatio de Græcorum de India notitia 1790; de mercaturæ Indiæ ratione et viis 1791; und de Romanorum de India notitia 1782. Wahrscheinlich kamen diese

Berührungen der Griechen und Römer mit den Indern erst nach dem Einfalle Alexanders des Grossen in Indien vor, und sind einige Arzneipflanzen wahrscheinlich erst nach dieser Zeit in den *Áyurvéda* aufgenommen werden. Auch ist es möglich, dass durch Aristoteles und die Alexandriner diese Gewächse von Aegypten, Griechenland und Italien nach Indien späterhin verpflanzt worden seien, besonders zur Zeit der Ptolemäer.

Von Kolchis aus finden wir keine Spur einer Verbindung mit Indien. Die vorzüglichsten Medicinalgewächse in dem festummauerten Garten der *Hekate* waren nach dem Verzeichnisse des Orphischen Argonautenzuges: *Asphodelos*, *Klymenos*, *Adiantos*, *Kypeiron*, *Thrygon*, *Aristereon*, *Anemone*, *Horminon*, *Erysimon*, *Kyklamis*, *Stoichas*, *Krokos*, *Paionia*, *Polyknemon*, *Diktamnon*, *Akoniton*. Letzteres im ganzen Alterthume das hochgradigste Gift. Von Kolchis aus wanderten diese Gewächse nach Phönizien, Aegypten, Griechenland; — aber in Indien finden wir ausser dem Krokos keine Spur von Gewächsen aus dem Garten der *Hekate*. Ueberhaupt hat erst mit dem Erscheinen der kulturellen Halbgötter, der Korybanten, Kabiren und Kureten auch für die Medicin und nothwendiger Weise auch für die Heilmittel eine neue Aera begonnen, die sich über alle Kulturvölker erstreckte. Diese Kultur-Heroen kamen vom Kaukasus und Samothrake, und sie vertrieben den düsteren kolchischen Kultus nach allen Richtungen.

Kurt Sprengel versuchte diesen kolchischen Pflanzen in die neuere botanische Kunstsprache zu übersetzen; indessen sind seine Bestimmungen keineswegs ganz zuverlässig. Das *Akoniton* ist wahrscheinlich unser *Aconitum napellus*, wiewohl auch die übrigen Eisenhutarten mehr oder minder giftig sind.

Es wird immer eine schwierige Arbeit der Kritik bleiben,

volle Aufklärung über die Gewächse des Gartens der *Hekate* zu gewinnen.

Ich selbst habe einige Versuche mit echt indischen Arzneigewächsen angestellt, aber die beschriebene Wirkung nicht gefunden, was leicht erklärlich ist, da Zeit und Raum so verschieden sind, dass diese Gewächse nach Darwin'scher Theorie grossen Veränderungen unterworfen sein mussten. Schon *Ganghád'hara* sagt: auf das Zeitrad gestellt ist die ganze Welt; alle Dinge werden durch die ewig sich bewegende Zeit allmälig in Form und Wesen einer Umbildung (pariṅáma) unterworfen.

Sehr bemerkenswerth ist, was über die verschiedenen Arten der Wässer gelehrt wird und welchen Einfluss ein gesundes Wasser auf die Gesundheit der organischen Wesen ausübt, das einer gesunden Luft nicht nachsteht. Die Wässer, die von Osten nach Westen fliessen, sind, wie *Suśrutas* meint, heilsam; die von Westen nach Osten strömen, minderwerthig. Unter allen Wässern aber ist das Regenwasser das heilsamste, weil es, wie *Suśrutas* glaubt, keine Nebenbestandtheile mit sich führt. Wie *Pindar*, so auch *Suśrutas* sieht das Wasser als die vorzüglichste Naturgabe an; Wasser und Luft sind ihm die Lebenskraft erhaltenden Stoffe. *Suśrutas* nimmt nämlich eine allen Organismen zukommende Lebenskraft an, die der Scholiast *Gangád'hara* verwirft und alle Lebenserscheinungen im Stoffwechsel sieht.

Alle Umwandlungen in dem Naturhaushalte geschehen nach *Suśrutas* durch Wasser und Luft, von der Steinbildung bis zu den lebenden Organismen. — Je nach Bodenbeschaffenheit haben die Wässer ihren Geschmack, Farbe und Wirkung. So wirken die Wässer bald als süssliche, säuerliche, salzige, stechende, bittere oder adstringirende Stoffe. — Unter den flüssigen Stoffen werden noch weitläufig die Spirituosen und

deren Bereitung; die verschiedenen Weinarten und ihre Heilkräfte; die mannigfaltigen Oele besprochen.

Die Gegengifte sind so zahlreich, als die Gifte selbst, aber beide sind jetzt nicht mehr näher definirbar, einmal, weil sie nach so vielen Jahrhunderten sich gänzlich umgeändert haben; dann aber auch, weil sie schon ursprünglich nicht genau charakterisirt wurden. — Denn wenn wir den Uebergang (Pariṅáma) der niederen Thierstämme zu höheren nach Haeckel betrachten, so resultirt aus dessen Stammbäumen eine so total aufsteigende Bewegung, dass es schwer hält, von da zu den früheren Daseinsformen zurückzusteigen.

Wie lässt sich ferner erklären, dass nach Alexander's Einfall in Indien gar kein griechischer Einfluss auf die Indische Medicin und umgekehrt sich ergeben hat? Für's Erste war der Cyclus der Indischen Medicin zu jener Zeit schon abgeschlossen, und was von griechischen, italischen und ägyptischen Arzneistoffen im *Susrutas* vorkommt, kann erst später, wie schon erwähnt, dem *Ayurvédas* eingefügt worden sein, was jedoch das indische Gepräge nicht alterirt. Dann waren zu jener Zeit beide Nationen von so ganz eigenthümlicher Art, dass sie sich in Nichts assimiliren konnten.

Ein weiteres Bedenken drängt sich mir auf, warum denn die alten Inder nach *Susruta* und *Charaka* keine weiteren Fortschritte in den Naturwissenschaften und der Medicin machten? Dies erklärt sich aus dem starren Dogmatismus des Brahmanismus, der sich gleichsam versteinert hatte und nichts aufkommen liess, was gegen seine Priesterherrschaft verstiess, die jeder neuanstrebenden Kraft das Anathema entgegenhielt; man vergleiche nur das erste Kapitel des *Ayurvédas*, wie der Brahmanismus die Medicin als ein Geschenk der Götter hinstellt, das dergestalt keiner Veränderung oder weiteren Ausbildung fähig oder bedürftig war. Und in der That haben auch alle späteren

altindischen Schriftsteller in der Medicin nichts wesentlich anderes geliefert, als was in *Suśruta* und *Charaka* schon enthalten ist. Uebrigens ist auch das Verzeichniss der Arzneikörper im *Suśrutas* so reichhaltig, dass es kaum überblickt werden kann und man kein Bedürfniss nach weiterer Entwickelung hatte.

Wie bei einer anderen Gelegenheit schon erwähnt wurde, steht mir von *Charaka* nur der Sútrast'hána zu Gebote, der nur einen kurzen Ueberblick seiner *Materia medica* liefert, während mir der vollständige Áyurvéda des Susrutas vorliegt.

So schmeichle ich mir, alle Arten von Heilmitteln der altindischen Medicin generell ausgeführt und dadurch einen bescheidenen Beitrag zu der Geschichte der medicinischen Heilmittel überhaupt geliefert zu haben.

Ueber Gebirgsmagnetismus

von Oskar Emil Meyer.

(Eingelaufen 4. Mai.)

Lamont[1]) hat bei seinen im Jahre 1854 ausgeführten Messungen des Erdmagnetismus an verschiedenen Orten des Königsreichs Bayern örtliche Störungen wahrgenommen, welche sich in einer Verstärkung der horizontalen Componente äusserten. Er erklärt diese Erscheinung durch die Annahme, dass in solchen Gegenden der südliche Magnetismus, welcher unserer nördlichen Hälfte des Erdballs eigenthümlich ist, stärker als anderswo hervortritt.

Aehnliche Erfahrungen habe ich in den letztverflossenen Jahren gemacht, als ich in Schlesien und den angrenzenden Theilen von Böhmen Beobachtungen über den Erdmagnetismus anstellte.[2]) Ich verfolgte dabei hauptsächlich das Ziel, den magnetischen Einfluss von Bergen auf die Magnetnadel zu messen. Desshalb beobachtete ich sowohl auf dem Gipfel, als auch am Fusse des untersuchten Berges. Bei allen solchen Messungen fand ich auf der Spitze des Berges stets einen grösseren Werth der Horizontalcomponente, als in der Nähe des Berges im Thale.

Als Beispiel mögen folgende an der Schneekoppe im Riesengebirge erhaltenen Zahlen dienen, welche ich mit einem von C. Bamberg (in Friedenau bei Berlin) gebauten magnetischen Reise-Theodolit gemessen habe.

---

1) Münchener gelehrte Anzeigen 1855, Band 40, S. 73; Poggendorff's Annalen, Band 95, S. 476.

2) Ausführlichere Mittheilungen habe ich im Jahresbericht der schles. Gesellschaft f. vaterl. Cultur 1888 veröffentlicht.

	Krummhübel.	Melzergrund.	Schneekoppe.	Riesengrund.	Spindelmühl.
Meereshöhe	620	980	1600	960	750 m.
Declination			8°31'		
Inclination	65,2	65,2	65,4	65,3°	
Horiz. Intens.	0,192	0,194	0,194	0,193	0,192.

Von den Beobachtungsorten liegen die beiden ersten auf der schlesischen, die beiden letzten auf der böhmischen Seite des Gebirges. Die Werthe der Horizontalcomponente, welche auf Gramm, Centimeter und Secunden als Einheiten bezogen sind, zeigen eine geringe, aber doch deutlich erkennbare Zunahme mit der Höhe. Da von der Inclination dasselbe gilt, so muss in noch stärkerem Maase die gesammte Intensität des Erdmagnetismus mit der Höhe wachsen.

Um diese Thatsache vollkommen sicher zu stellen, besuchte ich dieselbe Gegend im Jahre darauf nochmals und stellte mit dem Kohlrausch'schen Variometer[1]) vergleichende Messungen der Horizontal-Componente an. Die Ergebnisse meiner Beobachtungen lassen sich, wenn der für Krummhübel geltende Werth der Componente zur Einheit gewählt wird, durch folgende Zahlenreihe darstellen.

Krumhübel	1,000
Schneekoppe, schlesische Seite	1,014
„ böhmische „	1,020
Riesengrund	1,003
Spindelmühl	1,001.

Hiernach kann an der Richtigkeit der Thatsache, dass der Erdmagnetismus auf der Höhe des Berges verstärkt ist, kein Zweifel mehr bestehen. Ebenso wenig zweifle ich daran, dass die Ursache dieser Erscheinung in den magnetischen Eigenschaften des Gesteins, aus welchem der Berg besteht, zu suchen ist. In dortiger Gegend, besonders in dem nahen Schmiedeberg, wird viel Magneteisenstein und anderes Eisenerz gewonnen; auch im Riesengrund befindet

1) F. Kohlrausch, Wiedemann's Annalen 1886, Bd. 29, S. 47.

sich ein altes Bergwerk, aus welchem Arsenikkies gefördert wurde. Die Koppe selber besteht aus Glimmerschiefer, der Bergrücken des Riesengebirges wird von Gneiss, weiterhin von Granit gebildet. Von dem letzteren ist längst bekannt, dass er sehr häufig magnetisch ist.

Es bleibt aber die Frage offen, ob durch Magnetismus des Gesteins die erdmagnetische Kraft auf dem Gipfel eines Berges wirklich verstärkt, nicht etwa geschwächt wird. Hierauf erhalten wir Antwort durch erdmagnetische Messungen in einer Berggegend, welche unzweifelhaft magnetisches Gestein enthält. Im schlesischen Hügellande befindet sich eine solche östlich vom Eulengebirge zwischen Reichenbach und Nimptsch. Dort beobachtete ich auf einer kleinen, wahrscheinlich von magnetischen Local-Einflüssen freien Insel in einem Teiche bei Olbersdorf, auf dem in der Nähe befindlichen Spittelberge und endlich bei der Tartarenschanze über einem Steinbruch, welcher stark magnetisirten Serpentin liefert. Ich fand folgende Werthe:

	Olbersdorf.	Spittelberg.	Tartarenschanze.
Meereshöhe	285	375	265 m.
Declination	9°6′	9°22′	16°
Inclination	65,2	65,3	68,2
Horiz. Intens.	0,192	0,193	0,197.

Die Stärke des örtlichen Magnetismus an der Tartarenschanze lässt sich nach dem auffallend abweichenden Werthe der Declination beurtheilen; die anderen Zahlen bestätigen, dass sowohl die horizontale, als auch die verticale Componente des Erdmagnetismus bei Beobachtungen auf magnetischem Gestein vergrössert erscheinen.

Diese Erfahrung ist nicht neu; es ist häufig beobachtet worden, dass auf einem magnetischen Berge die Horizontalcomponente des Erdmagnetismus grösser gefunden wird, als an seinem Fusse. So fand z. B. A. Erman[1]) auf einem

1) Erman, Reise um die Erde. Hist. Ber. Bd. 1, S. 316. Phys. Beob. Bd. 2, S. 117.

Serpentinfelsen bei Newjansk den Werth der Componente 0,610, in Jekaterinburg 0,540, bezogen auf die Humboldt'sche Einheit. Auch in Amerika, in den vereinigten Staaten und in Canada fand J. Locke[1]) dieselbe Thatsache oft bestätigt. Aus den Beobachtungen, welche R. Lenz[2]) auf der magnesischen Insel Jussar-Oe im finnischen Meerbusen angestellt hat, ist sie ebenfalls zu erkennen. Ich entnehme seiner Tafel folgende Werthe der Intensität in den Einheiten des Atlas von Gauss und Weber:

No. 24 am Nordufer	412,0
No. 46 am Signal	434,9
No. 55 in der Mitte	464,4
No. 62 am Ufer der südlichen Bucht	405,5.

Diese Zahlen lassen das Gesetz, welches in den an der Ost- und Westseite beobachteten Störungen allerdings nicht mehr wahrzunehmen ist, deutlich erkennen. Ich würde ohne Zweifel noch mehr Belege anführen können, wenn mir die ganze reiche Literatur zur Verfügung stände, welche in der kürzlich erschienenen Schrift von E. Naumann[3]) angeführt wird; der Verfasser weist an zahlreichen Beispielen den Einfluss der Gebirge auf den Erdmagnetismus nach, indem er, wie Kreil[4]) bei den österreichischen Alpen es gethan hat, den Verlauf der Linien untersucht, welche die Werthe der erdmagnetischen Elemente in ihrer Abhängigkeit von der Länge und Breite darstellen.

Zur Erklärung der Thatsache, dass der Erdmagnetismus auf einem Berge grösser als an dessen Fusse gefunden wird,

1) Smithsonian contributions to knowledge. Vol. 3, p. 1, 1852. Silliman, American journ. Vol. 42, p. 101, 1844. E. Naumann, Erdmagnetismus S. 46.

2) Mémoires de l'Acad. de St. Petersbourg. 7 série, tome 5, No. 3, 1863. Erman's Archiv f. wiss. Kunde v. Russland. Bd. 22, S. 298.

3) Edm. Naumann, Die Erscheinungen des Erdmagnetismus, Stuttgart 1887.

4) Denkschriften der Wiener Akademie, Bd. 1, S. 265, 1850.

kann man sich zwei verschiedene Vorstellungen über die Vertheilung des Magnetismus in dem Gestein bilden. Nach der ersten denken wir uns die magnetischen Bestandtheile der Felsmasse so geordnet, dass ihre magnetischen Axen vorwiegend horizontal von Süden nach Norden gerichtet sind, und zwar so, dass die Nordpole südlich, die Südpole nördlich liegen. In dieser Vorstellung liegt nichts, was den gebräuchlichen Ansichten von dem magnetischen Zustande der Erdkugel im ganzen widerspräche; denn auch bei dieser liegt der magnetische Südpol im Norden, der Nordpol im Süden.

Aus dieser Vorstellung heraus wäre die beobachtete Thatsache, dass oben auf dem Berge ein stärkerer Magnetismus beobachtet wird, leicht zu erklären. Doch würde jenes Verhalten nicht minder einfach zu deuten sein, wenn die vorherrschende Axenrichtung des Gebirgsmagnetismus mit der Richtung der Inclinationsnadel zusammenfiele, und zwar der Art, dass sich die Nordpole unten, die Südpole oben befinden. Dass durch eine solche Magnetisirung der Bergmasse die auf die Inclinationsnadel wirkende Gesammtkraft des Erdmagnetismus auf der Spitze des Berges verstärkt werden würde, ist unmittelbar klar; und weiter ist, da die Richtung der Inclination nicht verändert wird, leicht einzusehen, dass auch die horizontale Componente der Richtkraft, welche der Erdmagnetismus auf eine Nadel auf dem Berggipfel ausübt, in gleichem Masse verstärkt wird, wie die gesammte Kraft.

Für jede der beiden Ansichten lassen sich Beispiele anführen. Der Haidberg, eine Serpentin-Kuppe im fränkischen Fichtelgebirge, wurde von A. von Humboldt[1]) für einen grossen Magnet gehalten, dessen Nordpole auf der Südseite lagen, während die Südpole auf der Nordseite gefunden wurden.

1) Intelligenzblatt der allgem. Jenaer Litteraturzeitung 1796, No. 169; Gren's neues Journal der Physik, Bd. 4, S. 136, 1797.

Eine gleiche Vertheilung des Magnetismus bemerkte Schröder[1]) an dem einen der unter dem Namen der Schnarcher bekannten magnetischen Granitfelsen der Harzes. Im Gegensatze zu diesen Beobachtungen, welche durch spätere Untersuchungen zum Theil widerlegt wurden,[2]) erkannte Melloni,[3]) dass die Laven des Vesuvs in der Richtung der Inclination magnetisirt sind, und zwar so, dass der Südpol oben liegt. Zu derselben Ansicht scheint auch Locke[4]) geführt zu sein durch seine Messungen an amerikanischen Bergen, welche aus den früher als Trapp bezeichneten Gesteinen bestehen. Dass auch an anderen Gesteinen häufig der Nordpol unten, der Südpol oben gefunden wird, bestätigen besonders Thalén,[5]) Andreae und W. König[6]), sowie viele andere Beobachter.

Welche der beiden Vermuthungen zutrifft, ist für einen magnetischen Berg, welcher sich vereinzelt aus einer Ebene erhebt, leicht durch Messungen der erdmagnetischen Horizontal-Intensität auf dem Berge und an seinem Fusse zu entscheiden. In dem Falle nämlich, dass die vorherrschende magnetische Axenrichtung horizontal und zwar so verläuft, dass die magnetischen Nordpole sich auf der südlichen und die Südpole sich auf der nördlichen Seite des Berges finden, muss die Horizontalcomponente des Erdmagnetismus am nördlichen, sowie am südlichen Fusse des Berges kleiner gemessen werden, als auf seinem Gipfel oder an seinem östlichen oder westlichen Abhange. Wenn aber Melloni's Ansicht

1) Gilbert's Annalen, Bd. 5, S. 376. 1800.

2) Humboldt, Kosmos. Bd. 4, S. 208.

3) Mem. dell'Academia di Napoli I, 1852—54, p. 121. Napoli 1856; Pogg. Ann. 1859, Bd. 106, S. 106.

4) E. Naumann in seinem Buche über den Erdmagnetismus, S. 47, verwirft diese Annahme Locke's.

5) Oefvers. of k. Vet. Ak. Handl. 1874; Pogg. Ann. 1875, Bd. 155, S. 117; Nova Acta Soc. Ups. Ser. III. 1877; Jernkontorets Annaler 1879.

6) Abhandl. d. Senckenberg. Ges. 15. Band S. 75. 1888.

zutrifft, nach welcher die Gesteine in der Richtung der Inclination so magnetisirt sind, dass der Nordpol unten, der Südpol oben liegt, so wird aus Intensitätsmessungen, welche auf einem Berge und um ihn herum angestellt werden, kein so einfaches Gesetz hergeleitet werden können; es wird sich aber ergeben, dass der Werth der an einem Orte beobachteten Intensität hauptsächlich durch den magnetischen Zustand des unmittelbar unter dem Beobachtungsorte liegenden Gesteins bedingt wird.

Zu einer solchen Prüfung beider Hypothesen ist in Schlesien der Zobtenberg besonders gut geeignet. Bei meiner Untersuchung dieses Berges bediente ich mich wiederum des Kohlrausch'schen Variometers, mit welchem ich folgende Verhältnisszahlen fand:

1) östlich vom Berge, über Serpentingestein in einer Höhe von 290 m üb./M.	1,004
2) südöstlich, über Serpentin, 270 m	0,988
3) südlich, auf dem Sattel zwischen Geiersberg und Zobten, Serpentin, 385 m	0,988
4) auf dem Berggipfel, Gabbro, 718 m . . .	1,014
5) westlich, Granit, 260 m	1,013
6) nördlich, Granit, 225 m	1,020

Diese Zahlen widersprechen der ersten Annahme von der horizontalen Lage der magnetischen Axe des Berges; dagegen befinden sie sich in vollständiger Uebereinstimmung mit der Ansicht Melloni's und Locke's, wenn der Serpentin des Zobtenberges schwächeren Magnetismus besitzt, als der dort vorkommende Granit und Gabbro.

Wir müssen demnach annehmen, dass die vorherrschende Axe des Gebirgsmagnetismus am Zobten und wohl auch im Riesengebirge mit der Richtung der Inclination zusammenfällt, wie es nach Melloni's Beobachtungen am Vesuv der Fall ist. Wahrscheinlich wird überall auf der Erde, wo sich

magnetisches Gestein findet, im grossen und ganzen der Gebirgsmagnetismus das gleiche Verhalten zeigen.

Ist dieses wirklich allgemein richtig, so wird in unseren nördlichen Breiten jede magnetische Bergkuppe, mit Ausnahme vereinzelt vorspringender Felsen, an ihrer ganzen Oberfläche nur magnetische Südpole, keine Nordpole aufweisen können. Das würde im wesentlichen übereinstimmen mit der Auffassung Lamont's, dass die von ihm in Bayern beobachteten örtlichen Störungen durch eine Verstärkung südlichen Magnetismus am Orte der Störung veranlasst werden.

Es liesse sich aber dagegen einwenden, dass eine so einfache Anordnung des Magnetismus in einem Gebirge niemals gefunden, dass jedoch häufig durch einfache Untersuchung mit einer Bussole an magnetischen Felsen eine ganz unregelmässige, keineswegs nach dem Meridian gerichtete Vertheilung von beiderlei Polen beobachtet worden ist.

Dieser Einwand wird durch die Ueberlegung widerlegt, dass durch den Magnetismus eines Berges, dessen Axe mit der Inclinationsrichtung zusammenfällt, die Compassnadel aus ihrer Richtung nicht abgelenkt wird. Die Magnetisirung einer Bergmasse im ganzen kann daher auf diese Weise überhaupt nicht nachgewiesen werden. Ein einzelner Felsblock aber, welcher, getrennt von der übrigen Masse, auf dem Gestein des Berges liegt, wird durch dessen Magnetismus ebenso wie der Eisenanker eines Stahlmagnets magnetisirt. Die in ihm entstehenden Pole richten sich also ganz nach seiner Lage; sie brauchen keineswegs ebenso, wie in der Hauptmasse des Berges, gerichtet zu sein; die magnetische Axe des Blocks kann auch z. B. rechtwinklig gegen den Meridian gerichtet sein, oder sie kann selbst umgekehrt, wie die des Berges, liegen, so dass der Nordpol des Felsblocks sich oben an ihm findet. Das letztere scheint bei der erwähnten Beobachtung Erman's auf einem Serpentinfelsen bei Newjansk der Fall gewesen zu sein.

Sitzung vom 1. Juni 1889.

1. Herr AUREL VOSS spricht über: „die conjugirte Transformation einer bilinearen Form in sich selbst".

2. Herr LUDWIG RADLKOFER macht Mittheilungen: a) „über Nothochilus, eine neue Scrophularineen-Gattung aus Brasilien", b) „über Theophrasta und Clavija".

3. Herr GUSTAV BAUER legt eine von dem correspondirenden Mitgliede der Classe, Herrn M. NÖTHER in Erlangen eingesandte Abhandlung: „zur Theorie der Berührungscurven der ebenen Curve vierter Ordnung" vor. Dieselbe ist für die Denkschriften bestimmt.

4. Herr RICHARD HERTWIG hält einen Vortrag „über die Conjugation der Infusorien". Die Abhandlung wird in die Denkschriften aufgenommen werden.

Ueber die conjugirte Transformation einer bilinearen Form in sich selbst.

Von A. VOSS.

(*Eingelaufen 7. Juni.*)

Die folgenden Mittheilungen beziehen sich auf das Problem der Transformation einer bilinearen Form in sich selbst durch zu einander conjugirte lineare Substitutionen. Jede Form S von nicht verschwindender Determinante lässt solche Transformationen zu, die nur dann identisch sind,

wenn S in Bezug auf contragrediente Transformationen irreducibel ist. Die sämmtlichen Substitutionen U dieser Art zerfallen in zwei Classen, je nachdem sie mit S oder S^2 vertauschbar sind. Die Substitutionen der ersten Classe sind in § 2 vollständig behandelt; für die der zweiten ist in § 3 im wesentlichen nur die Reduction auf den einfachsten Fall angegeben; doch muss die genaue Untersuchung der gegenseitigen Beziehungen zwischen den verschiedenen Gruppen der hier möglichen Substitutionen einer ausführlicheren Darlegung vorbehalten bleiben.

Bei allen diesen Fragen tritt eine lineare Gleichung, deren symbolische Form

$$SX + XS = o$$

ist, auf, die mit der Theorie der conjugirten Transformationen überhaupt in engem Zusammenhange steht.

Von besonderem Interesse schien mir die Frage, ob das Problem der conjugirten Transformation ebenso wie das der congruenten (cogredienten) Transformation solche Lösungen besitzen kann, die durch rationale Operationen gefunden werden können. Dies ist in der That immer der Fall, sobald die beiden Determinanten

$$|S - E\varrho|, \; |S + E\varrho|$$

nicht theilerfremd sind, und die Ermittelung aller Substitutionen U, für die wenigstens eine der Determinanten

$$|U + E|, \; |U - E|$$

nicht verschwindet, sowie der aus diesen herleitbaren Grenzfälle, lässt sich durch die Betrachtung des eben bemerkten Systemes von linearen Gleichungen, dessen Determinante der Coefficienten eine symmetrische verschwindende Determinante sein muss, in ähnlicher Weise wie bei der congruenten Transformation erledigen.

§ 1.

Die conjugirte Transformation einer bilinearen Form in sich selbst.

Soll die bilineare Form von n Variabelnpaaren x, y

$$S = \Sigma a_{ik} x_i y_k,$$

deren Determinante, wo nicht das Gegentheil besonders anangegeben wird, als nicht verschwindend vorausgesetzt werden soll, durch die beiden zu einander conjugirten linearen Substitutionen[1])

$$x_i = \Sigma c_{im} \xi_m,$$
$$y_k = \Sigma c_{nk} \eta_n,$$

in sich selbst übergehen, so hat man diejenigen Systeme der n^2 Substitutionscoefficienten c_{ik} zu bestimmen, welche die n^2 quadratischen Gleichungen

$$1) \quad \Sigma_{i,k} a_{ik} c_{im} c_{nk} = a_{mn}$$

befriedigen. Die Determinante der c_{ik}, die Transformationsdeterminante, darf dabei nicht verschwinden. Bezeichnet man sie mit ε, so ist nach 1)

$$\varepsilon^2 = 1.$$

Die Substitution heisse auch hier eine eigentliche, resp. uneigentliche, je nachdem ε gleich $+1$ oder gleich -1 ist.

Man kann, wenn die zu der Substitution gehörige bilineare Form

$$\Sigma c_{ik} x_i y_k$$

durch U bezeichnet wird, die Gesammtheit der Gleichungen 1) in der symbolischen Gleichung

$$2) \quad USU = S,$$[2])

1) Ueber die Bezeichnung vergl. Kronecker, Ueber die congruenten Transformationen der bilinearen Formen. Monatsb. d. Berl. Academie 1874, S. 397.

2) U soll dabei der Kürze halber die Substitution heissen, welche die Form S in sich transformirt.

zusammenfassen, wobei nach Herrn Frobenius der Multiplicationsprocess

$$AB = \sum \frac{\partial A}{\partial y_i} \frac{\partial B}{\partial x_i}$$

nicht commutativ, wohl aber associativ und distributiv ist. Bezeichnet man die Form

$$\Sigma x_i y_i$$

durch E, so gilt die Gleichung

$$AE = EA = A;$$

versteht man ferner unter A^{-1} diejenige Form X, welche der Gleichung

$$AX = E$$

genügt, so ist

$$AA^{-1} = A^{-1}A = E;$$

und überhaupt

$$(AB \,..\, C)^{-1} = C^{-1} \,..\, B^{-1} A^{-1}.$$

Ist insbesondere eine Form A zerlegbar in eine Summe von Formen $A_1 + A_2 + \ldots A_k$, von denen je zwei kein Variabelnpaar gemeinsam haben, so ist[1])

$$(A_1 + A_2 + \ldots A_k)^{-1} = A_1^{-1} + A_2^{-1} + \,..\, A_k^{-1}.$$

Hieraus ergeben sich sofort einige Eigenschaften der conjugirten Transformation einer bilinearen Form in sich selbst.

1) Aus der Identität

$$S(U - \varrho E) = U^{-1}(E - \varrho U) S,$$

folgt:

$$|U - \varrho E| = (-\varrho)^n \varepsilon |U - \varrho^1 E|;$$

wobei unter $|A|$ die Determinante der Form A verstanden und $\varrho^1 = \frac{1}{\varrho}$ gesetzt ist.

1) Die grundlegende Arbeit von Frobenius „Ueber bilineare Formen und lineare Substitutionen", Journal von Borchardt, Bd. 84, S. 1 u. ff., werde ich im folgenden mit F. bezeichnen.

Bezeichnet man als characteristische Funktion einer Form A die Determinante[1])

$$|A - \varrho E|$$

so folgt:

Die characteristische Funktion jeder Substitution U, welche die Form S in sich transformirt, hat ausser den Wurzeln $\varrho = \pm 1$ nur Paare zu einander reciproker Wurzeln, und zwar gehören zu der von ± 1 verschiedenen Wurzel ϱ dieselben Elementartheiler wie zur Wurzel ϱ^1.

Bei ungeradem n und eigentlicher (uneigentlicher) Transformation ist $\varrho = +1$ ($\varrho = -1$) eine Wurzel der characteristischen Function. Bei geradem n und uneigentlicher Transformation sind $\varrho = \pm 1$ Wurzeln der characteristischen Funktion.

2) Sind zwei Formen S und T ähnlich, so werden sie durch ähnliche Substitutionen in sich transformirt.

Da nämlich S und T ähnlich sind, so ist[1])

$$T = WSW^{-1},$$

und zugleich folgt aus der Gleichung 2) durch Multiplication mit W und W^{-1}

$$WUW^{-1} \cdot WSW^{-1} \cdot WUW^{-1} = WSW^{-1},$$

oder, wenn $V = WUW^{-1}$ gesetzt wird,

$$VTV = T.$$

3) Aus den Gleichungen

$$USU = S,$$
$$US^{-1}U = S^{-1},$$

folgt

$$U(S + \varrho S^{-1})U = S + \varrho S^{-1};$$

1) F, S. 10. Gelegentlich sind im folgenden auch Determinanten wie $|S - \varrho A|$ als characteristische Functionen bezeichnet.

2) F, S. 21.

d. h.: Jede Substitution, welche eine Form S von nicht verschwindender Determinante in sich transformirt, transformirt auch die ganze aus reciproken Grundformen gebildete lineare Schaar $S + \varrho S^{-1}$ in sich.

4) Es ist ferner

$$US^2 = (US)S = SU^{-1}S = S(U^{-1}S) = S^2 U;$$

d. h. Jede Form U die S in sich transformirt, ist mit S^2 vertauschbar.

Die Aufgabe, alle Formen U, zu finden, hommt daher auf die Ermittelung der mit S^2 vertauschbaren, also von einer bekannten Zahl von linearen Parametern abhängigen Formen hinaus, welche die Gleichung 2) befriedigen.[1])

Es ist aber leicht zu zeigen, dass im allgemeinen jede Form U, welche mit S^2 vertauschbar ist, auch schon mit S selbst vertauschbar sein muss. Hiernach scheint es angezeigt, die sämmtlichen Lösungen U in zwei Classen zu sondern, je nachdem nämlich U bereits mit S vertauschbar ist oder nicht.

Ich bemerke endlich noch, dass durch die Substitution

$$US = V,$$

die Gleichung 2) auf die Gestalt

$$3) \quad V^2 = S^2$$

oder in nicht symbolischer Form, wenn man die Coefficienten der Form V durch v_{ik} bezeichnet, auf das System

$$3) \quad \Sigma_k v_{ik} v_{kl} = \Sigma_k a_{ik} a_{kl}; \; i, l = 1, 2 \ldots . n;$$

gebracht wird, welches sich für die directe algebraische Be-

1) Ueber das Problem der vertauschbaren Formen vergl. man die Bemerkungen von Herrn Frobenius F. S. 28, und die Dissertation des Herrn Maurer, zur Theorie der linearen Substitutionen, Strassburg 1887.

handlung geeigneter erweist, als das System der n^2 Gleichungen 1).

§ 2.

Die mit S vertauschbaren Substitutionen.

Ich beweise zuerst den folgenden Satz:

Wenn eine beliebige Form U mit S^2 vertauschbar ist, so ist U auch mit S vertauschbar, falls die characteristischen Functionen von S und $-S$ theilerfremd sind.

Führt man nämlich unter der Voraussetzung

$$US^2 = S^2 U,$$

die Bezeichnung ein:

$$US - SU = X,$$

so ist

$$SUS - S^2 U = SX.$$

Da aber

$$SUS - S^2 U = SUS - US^2 = (SU - US)S = -XS,$$

wird, so erhält man

$$SX + XS = o.$$

Hieraus folgt aber $X = o$. Denn nach Herrn Frobenius gilt der Satz:[1])

Wenn die Gleichung

$$AX = XB$$

besteht und die characteristischen Funktionen von A und B theilerfremd sind, so ist $X = o$.

Im folgenden mag vorausgesetzt werden, dass die Gleichung

$$|S - \varrho E| = o$$

1) F, S. 28.

keine Wurzeln von entgegengesetzt gleichem Werthe besitzt, so dass also nothwendig $US = SU$ ist.

Aus der Gleichung 1) § 1 folgt nunmehr

$$(U^2 - E)\,S = o$$

oder $U^2 = E$. Und umgekehrt hat auch jede Substitution, welche S in sich transformirt und der Gleichung $U^2 = E$ genügt, die Eigenschaft, dass

$$(U^2 - E)\,SU = US - SU = o$$

wird, d. h. sie ist mit S vertauschbar. Zugleich sieht man, dass jede der Gleichung $U^2 - E = o$ genügende Form jede mit U vertauschbare Form S in sich selbst transformirt.

Die Aufgabe ist damit reducirt auf die folgende: Alle Formen U zu finden, die mit S vertauschbar sind, und zugleich der Relation

$$1) \quad U^2 = E = \Sigma x_i y_i$$

genügen. Unter diesen befinden sich, so lange nicht die Determinanten

$$|U + E| \text{ und } |U - E|$$

gleichzeitig verschwinden, nur die beiden selbstverständlichen Lösungen $U = \pm E$.

Denn aus

$$U^2 - E = (U - E)(U + E) = o$$

folgt stets, sobald die Determinante des einen Factors nicht verschwindet, das identische Verschwinden des andern.[1])

Ich löse nun die Gleichungen 3) § 1 zuerst in einigen speciellen Fällen.

1) Alle Wurzeln der characteristischen Function von S sind von einander verschieden.

Bezeichnet man dieselben durch $\varrho_1, \varrho_2 \ldots \varrho_l \ldots \varrho_n$, so ge-

1) F, S. 5.

hört zu jeder Wurzel ϱ_l ein und nur ein System von Werthen

$$\xi_1^l,\ \xi_2^l \ldots \xi_n^l,$$

welches die Gleichungen.

$$2)\quad \Sigma \xi_j^l a_{kj} = \varrho_l \xi_k^l,\ k = 1, 2 \ldots n;$$

befriedigt. Multiplicirt man mit a_{ik} und summirt nach k, so folgt

$$3)\quad \Sigma \xi_j^l a_{kj} a_{ik} = \varrho_l^2 \xi_i^l,$$

oder

$$4)\quad \Sigma \xi_j^l v_{ik} v_{kj} = \varrho_l^2 \xi_i^l.$$

Multiplicirt man 4) mit v_{hi}, summirt nach i, so folgt, wenn

$$5)\quad \Sigma \xi_j^l v_{kj} = \eta_k^l,$$

gesetzt wird,

$$\Sigma \eta_j^l v_{ik} v_{kj} = \varrho_l^2 \eta_i^l \text{ oder}$$

$$6)\quad \Sigma \eta_j^l a_{ik} a_{kj} = \varrho_l^2 \eta_i^l;$$

also wenn man die Gleichungen 3) und 6) mit einander vergleicht,

$$\eta_i^l = \lambda_l \xi_i^l,$$

wo der Factor λ_l noch zu bestimmen ist. Ferner hat man aus 5) und 4)

$$7)\quad \Sigma \xi_j^l v_{kj} v_{ik} = \lambda_l^2 \xi_i^l = \varrho_l^2 \xi_i^l,$$

also

$$\lambda_l^2 = \varrho_l^2,\ \lambda_l = \pm \varrho_l.$$

Aus den Gleichungen 5)

$$8)\quad \Sigma \xi_j^l v_{kj} = \lambda_l \xi_k^l,$$

ergeben sich nun, da die Determinante der ξ_j^l bekanntlich nicht verschwindet, die Werthe der Substitutionscoefficienten v_{ik}. Zugleich folgt aus

$$\Sigma \xi_i^l v_{hi} a_{th} = \lambda_l \varrho_l \xi_t^l,$$
$$\Sigma \xi_i^l a_{hi} v_{th} = \lambda_l \varrho_l \xi_t^l,$$

dass

$$\Sigma \xi_i^l (v_{hi}\, a_{lh} - a_{hi}\, v_{lh}) = o,$$

oder

$$\Sigma_h (a_{lh}\, v_{hi} - v_{lh}\, a_{hi}) = o$$

ist; d. h. die Formen V und S sind vertauschbar.

Da ferner aus 3) und 7) folgt

$$\Sigma \xi_l^i (v_{ik}\, v_{kj} - a_{ik}\, a_{kj}) = o,$$

so ist auch das System der Gleichungen 3) § 1 erfüllt.

Multiplicirt man die Determinante der v_{ik} mit der Determinante der ξ_l^i, so ergibt sich zufolge der Gleichungen 8)

$$|v_{ik}|\, |\xi_m^l| = (\lambda_1\, \lambda_2 \ldots \lambda_n)\, |\xi_m^l|$$

oder

$$|V| = \pm \varrho_1\, \varrho_2 \cdots \varrho_n.$$

Da endlich $\varrho_1\, \varrho_2 \ldots \varrho_n = S$ ist, so wird in der That

$$|V| = \pm |S|$$

und man sieht, dass es sowohl eigentliche als uneigentliche Transformationen giebt, je nachdem nämlich eine gerade oder ungerade Anzahl von Werthen λ_i gleich $-\varrho_i$ gewählt wird. Die Gesammtzahl aller Transformationen ist offenbar gleich[1]) 2^n.

2) Die ersten Unterdeterminanten der Determinante $(S - E\varrho)$ verschwinden nicht sämmtlich für irgend eine ihrer Wurzeln, oder zu jeder Wurzel der characteristischen Function gehört nur ein einziger Elementartheiler.

Setzt man in diesem Falle

$$|E\varrho - S| = a_0 + a_1\, \varrho + \ldots\, \varrho^n = F(\varrho),$$

so ist bekanntlich

1) Ebenso einfach lässt sich in den folgenden Fällen die Mannigfaltigkeit der Transformationen angeben. Es ist daher im Text diese Frage nicht weiter verfolgt worden.

$$a_0 S^0 + a_1 S^1 + a_2 S^2 + \ldots + S^n = o$$

die Gleichung niedrigsten Grades,[1]) die zwischen den Potenzen der Form S besteht, und die linearen Functionen der n von einander linear unabhängigen Formen

$$S^0,\ S^1,\ S^2, \ldots S^{n-1},$$

sind die einzigen, die mit S vertauschbar sind.[2]) Es kann also auch U nur von der Form

$$U = \alpha_0 S^0 + \alpha_1 S^1 + \ldots \alpha_{n-1} S^{n-1}$$

sein und muss zufolge der Gleichung 1) der Bedingung

$$(\alpha_0 S^0 + \alpha_1 S^1 + \ldots \alpha_{n-1} S^{n-1})^2 = 1$$

genügen. Setzt man nun

$$\alpha_0 + \alpha_1 \varrho + \ldots \alpha_{n-1} \varrho^{n-1} = \varphi(\varrho),$$

so muss, wie man leicht bemerkt[3]), die Function φ der Gleichung

$$(\varphi + 1)(\varphi - 1) = F.M,$$

genügen, wo M ein beliebiger Factor vom Grade $n-2$ in ϱ ist. Da die beiden Factoren $\varphi + 1$, $\varphi - 1$ keine Wurzel gemeinsam haben können, so zerlege man $F(\varrho)$ auf irgend eine Art in zwei zu einander prime Factoren P und Q, deren Grade k und l sind $(k + l = n)$. Dann ist

$$\varphi + 1 = P m_1,$$
$$\varphi - 1 = Q m_2,$$

oder

$$2 = P m_1 - Q m_2.$$

Umgekehrt kann man aber bei gegebenem P und Q immer zwei Polynome m_1 und m_2 vom Grade $l-1$ und $k-1$ finden, welche dieser letzten Gleichung genügen, sobald nur P und Q prim zu einander sind. Der Gleichung

1) F, S. 12.
2) F, S. 28.
3) Vgl. F. a. a. O.

$$Pm_1 - 1 = Qm_2 + 1 = \varphi$$

zufolge ergiebt sich aus jeder solchen Zerlegung eine Bestimmung der Form U.

Hat insbesondere $|S - E\varrho|$ nur den Elementartheiler $(\varrho - \varrho_1)^n$, oder ist S irreducibel in Bezug auf contragrediente Transformationen, so existirt ausser den evidenten Lösungen $U = \pm E$ keine andere.

3) Die characteristische Function von S hat nur einfache Elementartheiler.

Da

$$S^2 - \varrho^2 E = (S - \varrho E)(S + \varrho E)$$

so folgt leicht: Die Elementartheiler von $S^2 - sE$ haben dieselben Exponenten wie die Elementartheiler von $S - \varrho E$. Uebrigens kann man, um diesen Satz, der überhaupt nur das Nichtvorhandensein entgegengesetzt gleicher Wurzeln voraussetzt, direct zu beweisen, die Determinante von $S - \varrho_l E$ gerändert mit beliebigen k Grössenreihen, mit der nach der Voraussetzung nicht verschwindenden Determinante von $S + \varrho_l E$ multipliciren. In der That, multiplicirt man die geränderte Determinante

$$\begin{vmatrix} a_{11} - \varrho_l & a_{12} & \cdot\cdot & a_{1n} & u_1^1 & \cdot\cdot & u_1^k \\ \cdot & \cdot & \cdot\cdot & \cdot & \cdot & \cdot\cdot & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdot\cdot & a_{nn} - \varrho_l & u_n^1 & \cdot\cdot & u_n^k \\ v_1^1 & v_2^1 & \cdot\cdot & v_n^1 & 0 & \cdot\cdot & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot\cdot & \cdot & \cdot & \cdot\cdot & \cdot \\ v_1^k & v_2^k & \cdot\cdot & v_n^k & 0 & \cdot\cdot & 0 \end{vmatrix}$$

horizontal mit

$$\begin{vmatrix} a_{11} + \varrho_l & a_{21} & \cdot\cdot & a_{n1} \\ \cdot & \cdot & \cdot\cdot & \cdot \\ a_{1n} & a_{2n} & \cdot\cdot & a_{nn} + \varrho_l \end{vmatrix}$$

so ergibt sich die wieder mit völlig willkürlichen Grössen-

reihen geränderte Determinante von $S^2 - \varrho_l^2 E$ woraus unmittelbar die Gleichheit der genannten Exponenten folgt.

Ist nun ϱ_l eine $l_r$fache Wurzel der characteristischen Function vom S, so hat das Gleichungssystem

$$9)\cdot \quad \Sigma \xi_m a_{im} = \varrho_l \xi_i,$$

l_r von einander linear unabhängige Lösungen

$$\xi^{l1}, \xi^{l2} \ldots \xi^{lr};$$

und dieselben bilden zugleich das vollständige System der Lösungen des Systemes

$$10) \quad \Sigma x_m a_{im} a_{ki} = \varrho_l^2 x_k.$$

Setzt man nun, wie im Falle 1)

$$\Sigma x_m v_{im} = \eta_i,$$

so ergibt sich in analoger Weise

$$11) \quad \Sigma \eta_m a_{im} a_{ik} = \varrho_l^2 \eta_k,$$

oder

$$12) \quad \eta_k = \sum_r \xi_k^{lr} \beta_{lr},$$

wo die Coefficienten β noch zu bestimmen bleiben. Es bestehen daher die Gleichungen

$$\begin{aligned} \Sigma \xi_m^{l1} v_{im} &= \Sigma \xi_i^{lr} \beta_{lr\,l1}, \\ \Sigma \xi_m^{l2} v_{im} &= \Sigma \xi_i^{lr} \beta_{lr\,l2}, \\ \vdots \qquad & \qquad \vdots \\ \Sigma \xi_m^{lr} v_{im} &= \Sigma \xi_i^{lr} \beta_{lr\,lr}; \end{aligned}$$

und also auch die folgenden

$$\Sigma \xi_m^{lr} a_{im} a_{ki} = \varrho_l^2 \xi_k^{lr},$$

$$\Sigma \xi_m^{lr} v_{im} v_{ki} = \Sigma \xi_k^{lm} \beta_{lm\,ls} \beta_{ls\,lr}.$$

Die Gleichungen 3) § 1 lassen sich daher wegen der Unabhängigkeit der ξ_i^{lr} nur dadurch befriedigen, dass, wenn

$$\beta_{lr\,ls} = u_{sr}^l \varrho_l,$$

gesetzt wird, die Coefficienten u^l_{sr} die Relationen

$$\Sigma u^l_{ms} u^l_{sr} = (mr)^{1)}$$

befriedigen müssen, oder wenn man die zu den u^l_{rs} gehörige bilineare Form mit W_l bezeichnet, die Gleichung

$$W_l^2 = E,^{2)}$$

stattfindet, womit die sämmtlichen Lösungen bestimmt sind.

4) Der allgemeine Fall, in welchem die Elementartheiler der characteristischen Funktion von S ganz beliebig vertheilt sind, erledigt sich endlich auf folgendem Wege.

Die sämmtlichen Lösungen U der Gleichung 1)

$$U^2 = E,$$

sind so beschaffen, dass die characteristische Function von U nur einfache Elementartheiler von der Form $\varrho \pm 1$ besitzt[3]). Zerlegt man daher die Form

$$E = \Sigma x_i y_i,$$

in irgend einer Weise in zwei Formen

$$E_1 = x_1 y_1 + x_2 y_2 + \ldots x_k y_k,$$
$$E_2 = x_{k+1} y_{k+1} + \ldots + x_n y_n,$$

so ist

$$U = E_1 - E_2$$

eine Form, zu der die k einfachen Elementartheiler $\varrho - 1$ und die $n - k$ einfachen Elementartheiler $\varrho + 1$ gehören. Jede andere Form V, welche der Gleichung 1) genügt, ist aber einer von diesen ähnlich, so dass also

$$U = E_1 - E_2,$$
$$V = PUP^{-1},$$

1) Das Symbol (ik) bedeutet wie gewöhnlich die Einheit für $i=k$, und Null für $i \lessgtr k$.

2) Die Lösung dieser Gleichung ist in No. 4 gegeben.

3) F. S. 15.

zu setzen ist, wobei die Determinante von P nicht verschwindet. Da $V^2 = E$ ist, so bleibt nur noch die Gleichung

$$VS = SV$$

oder

$$PUP^{-1}S = SPUP^{-1},$$

zu erfüllen. Schreibt man dieselbe in der Form

$$P^{-1}S^{-1}PU = UP^{-1}S^{-1}P,$$

so muss demnach die Form

$$P^{-1}S^{-1}P = X$$

mit $U = E_1 - E_2$ vertauschbar sein. Aber alle Formen, welche der Gleichung

$$13) \quad X(E_1 - E_2) = (E_1 - E_2)X,$$

genügen, sind durch die Gleichung

$$X = A_1 + A_2$$

gegeben, in welcher A_1 und A_2 zwei beliebige Formen von den Veränderlichen $x_1 y_1, \ldots x_k y_k$; $x_{k+1} y_{k+1}, \ldots x_n y_n$ sind. Aus 13) folgt nämlich

$$E_1 X E_1 - E_1 X E_2 = E_1 X = E_1 X E_1 + E_1 X E_2;$$
$$E_1 X E_1 + E_2 X E_1 = X E_1 = E_1 X E_1 - E_2 X E_1;$$

oder

$$E_2 X E_1 = o,$$
$$E_1 X E_2 = o.$$

Demnach wird

$$X = (E_1 + E_2) X (E_1 + E_2) = E_1 X E_1 + E_2 X E_2,$$

also gleich der Summe zweier ebenso wie E in $E_1 + E_2$ zerlegbarer Formen $X_1 + X_2$. Ist umgekehrt X ebenso wie E in die Summe $A_1 + A_2$ zerlegbar, so wird auch selbstverständlich die Gleichung 13) erfüllt sein. Daraus folgt also, dass die Gleichung

$$P^{-1}S^{-1}P = {}_1A + A_2$$

stattfinden, oder die Form S der zerlegbaren Form

$$A_1^{-1} + A_2^{-1} = B_1 + B_2$$

ähnlich sein muss, wobei die Determinanten von B_1 und B_2 nicht verschwinden dürfen. Nun bezeichne man die Elementartheiler der characteristischen Function von S in irgend einer Reihenfolge durch

$$(\varrho - a)^\alpha,\ (\varrho - b)^\beta \ldots$$

wobei die a, b, .. nicht verschieden zu sein brauchen, dann ist bekanntlich S der Form

$$\begin{aligned} \Sigma = a\,(x_1 y_1 + \ldots x_\alpha y_\alpha) + x_1 y_2 + \ldots x_{\alpha-1} y_\alpha \\ + b\,(x_{\alpha+1} y_{\alpha+1} + \ldots x_{\alpha+\beta} y_{\alpha+\beta}) + x_{\alpha+1} y_{\alpha+2} + \ldots \\ + x_{\alpha+\beta-1} y_{\alpha+\beta} + \ldots . \end{aligned}$$

ähnlich. Zerlegt man also Σ in irgend zwei Gruppen $B_1 + B_2$ die kein Variabelnpaar gemeinsam haben und bezeichnet mit E_1 und E_2 die entsprechenden Formen E, so ist

$$14)\quad P^{-1} S P = B_1 + B_2$$

also auch umgekehrt

$$V = P\,(E_1 - E_2)\,P^{-1}.$$

In der That wird dann

$$\begin{aligned} V S V &= P\,(E_1 - E_2)\,P^{-1} S P\,(E_1 - E_2)\,P^{-1}, \\ &= P\,(E_1 - E_2)\,(B_1 + B_2)\,(E_1 - E_2)\,P^{-1}, \\ &= P\,(B_1 + B_2)\,P^{-1} = S. \end{aligned}$$

Dabei hat man unter P die vollständige Lösung der Gleichung 14) zu verstehen. Nun findet man bekanntlich durch das Weierstrass'sche Verfahren eine bestimmte Form p, welche der Gleichung

$$p^{-1} S p = \Sigma$$

genügt. Ist nun auch die Gleichung 14) erfüllt, so folgt

$$p^{-1} S p = P^{-1} S P$$

oder
$$P p^{-1} S = S P p^{-1},$$

d. h. es ist $P p^{-1}$ mit S vertauschbar. Bezeichnet man daher die Gesammtheit der mit S vertauschbaren Formen durch M, zu deren Bestimmung es nur der Lösung linearer Gleichungen bedarf, so ist

$$P = M p$$

also schliesslich

$$V = M p (E_1 - E_2) p^{-1} M^{-1}.$$

Die Lösungen zerfallen demnach in Gruppen, insofern jede in derselben Weise aus den Hauptlösungen

$$p (E_1 - E_2) p^{-1}$$

hergeleitet wird. In Bezug hierauf möge noch folgendes angeführt werden:

Sind V und W zwei Substitutionen, welche mit S vertauschbar sind und S in sich transformiren, und haben die characteristischen Functionen von VS und WS dieselben Elementartheiler, so haben auch die von V und W dieselben Elementartheiler und es ist

$$W = Z^{-1} V Z$$

wo Z eine mit S vertauschbare Form ist. Aus der Voraussetzung folgt nämlich

$$WS = Z^{-1} V S Z$$

oder, wenn man beiderseits zum Quadrat erhebt und associativ multiplicirt,

$$S^2 = Z^{-1} S^2 Z.$$

Hieraus folgt aber

$$ZS = SZ,$$

und nunmehr auch

$$(W - Z^{-1} V Z) S = o,$$

womit der Satz bewiesen ist. Lässt man die diesem § zu Grunde liegende Voraussetzung über S fallen, so folgt aus der Aehnlichkeit der Formen VS und WS nur, dass

$$WS = Z^{-1} VSZ,$$

wo Z eine beliebige mit S^2 vertauschbare Form von nicht verschwindender Determinante ist. Vgl. § 3.

§ 3.

Substitutionen, die nicht mit S vertauschbar sind.

Die vorstehenden Betrachtungen enthalten überhaupt die vollständige Bestimmung aller derjenigen Substitutionen U, deren Vertauschbarkeit mit S vorausgesetzt wird. Wenn aber die characteristischen Functionen von S und $-S$ gemeinsame Theiler haben, so gibt es ausser diesen Substitutionen noch andere, welche mit S^2, nicht aber mit S vertauschbar sind.

Setzt man

$$1) \quad US - SU = X,$$

so folgt wie früher die Gleichung

$$2) \quad SX + XS = o.$$

Jede Form U, welche der Gleichung 1) genügt, während X eine nicht verschwindende Lösung von 2) ist, ist mit S^2, nicht aber mit S vertauschbar.

Denn es ist

$$S^2 U = S(US - X) = (SU + X)\, S,$$

oder, da nach 1) $\quad SU + X = US,$

$$S^2 U = US^2.$$

Es bleiben demnach die in U enthaltenen linearen Parameter so zu bestimmen, dass die Gleichung $USU = S$ erfüllt wird. Aber diese Aufgabe lässt sich, wie ich jetzt

zeigen will, auf den Fall reduciren, wo die characteristische Function von S nur zwei entgegengesetzt gleiche Wurzeln enthält.

Nach 2) § 1 genügt es, das Transformationsproblem für eine mit S ähnliche Form σ zu lösen. Ist nun

$$S = v\sigma v^{-1},$$
$$u = vUv^{-1},$$

so hat man

$$3)\quad u\sigma u = \sigma,$$

und für

$$vXv^{-1} = x,$$

$$4)\quad u\sigma - \sigma u = x,$$
$$5)\quad \sigma x + x\sigma = o.$$

Es sei nun σ zerlegbar in $\sigma_1 + \sigma_2$, welchen Formen die Formen E_1 und E_2 correspondiren mögen.

Setzt man jetzt

$$E_1 x E_2 = \eta_1,\ E_2 x E_1 = \eta_2;$$
$$E_1 x E_1 = x_1,\ E_2 x E_2 = x_2;$$

so folgt aus 5) durch Multiplication mit E_1 und E_2

$$x_1\sigma_1 + \sigma_1 x_1 = o,$$
$$x_2\sigma_2 + \sigma_2 x_2 = o,$$
$$\eta_2\sigma_1 + \sigma_2\eta_2 = o,$$
$$\eta_1\sigma_1 + \sigma_2\eta_1 = o.$$

Sind nun die characteristischen Functionen von σ_1 und $-\sigma_2$ theilerfremd, so ist $\eta_1 = o$, $\eta_2 = o$. Wird ferner vorausgesetzt, dass gleiches für die characteristischen Funktionen von σ_2 und $-\sigma_2$ gilt, so ist auch $x_2 = o$. Dies kommt darauf hinaus, dass σ_1 derjenige Theil von σ ist, der zu den Elementartheilern gehört, die aus entgegengesetzt gleichen Wurzeln herrühren.

Demnach tritt an Stelle der Gleichung 4) die folgende

$$u(\sigma_1 + \sigma_2) - (\sigma_1 + \sigma_2)u = x = (E_1 + E_2)x(E_1 + E_2);$$

oder

$$6)\quad u(\sigma_1 + \sigma_2) - (\sigma_1 + \sigma_2)u = x_1.$$

Setzt man nun weiter

$$E_1 u E_1 = u_1,\ E_2 u E_2 = u_2,$$
$$E_1 u E_2 = v_1,\ E_2 u E_1 = u_2,$$

so erhält man auf analogem Wege aus 6)

$$7)\quad \begin{aligned} u_1\sigma_1 - \sigma_1 u_1 &= \xi_1, \\ u_2\sigma_2 - \sigma_2 u_2 &= o, \\ v_1\sigma_2 - \sigma_1 v_1 &= o, \\ v_2\sigma_1 - \sigma_2 v_2 &= o. \end{aligned}$$

Haben demnach die characteristischen Functionen von σ_1 und σ_2 auch keine gemeinsamen Theiler, was mit der oben angegebenen Festsetzung verträglich ist, so folgt weiter

$$v_1 = o,\ v_2 = o.$$

also auch

$$u = u_1 + u_2,$$

wenn nach 7) u_2 eine mit σ_2 vertauschbare Form ist. Endlich folgt aber aus der Transformationsgleichung

$$(u_1 + u_2)(\sigma_1 + \sigma_2)(u_1 + u_2) = \sigma_1 + \sigma_2$$

da die Formen mit verschiedenem Index kein Variabelnpaar gemeinsam haben,

$$u_1\sigma_1 u_1 = \sigma_1;\ u_2\sigma_2 u_2 = \sigma_2,$$

so dass nach § 2 alle Formen u_2 unmittelbar gefunden werden können. Man kann daher von vornherein voraussetzen, dass die Function $|S - \varrho E|$ nur Paare entgegengesetzt gleicher Wurzeln enthält, denen jedoch für sich beliebige Elementartheiler zugehören können.

Aber auch diese Formen σ_1 lassen sich noch weiter reduciren. Zerlegt man nämlich wieder σ_1 in zwei Theile $\Sigma_1 + \Sigma_2$ von der Beschaffenheit, dass die characteristischen

Functionen weder gemeinsame Theiler noch solche Wurzelfactoren enthalten, die zu entgegengesetzt gleichen Wurzeln gehören, so erkennt man auf demselben Wege, dass dem entsprechend u_1 in zwei Formen $u_{11} + u_{22}$, und ebenso ξ_1 in $\xi_{11} + \xi_{22}$ zerlegbar sein muss, welche den Bedingungen genügen müssen

$$u_{11} \Sigma_1 u_{11} = \Sigma_1,$$
$$u_{22} \Sigma_2 u_{22} = \Sigma_2,$$
$$u_{11} \Sigma_1 - \Sigma_1 u_{11} = \xi_{11},$$
$$u_{22} \Sigma_2 - \Sigma_2 u_{22} = \xi_{22}.$$

Die Transformation reducirt sich demnach schliesslich auf die einer Anzahl von Formen s, deren characteristische Functionen je nur ein einziges Paar entgegengesetzt gleicher Wurzeln enthalten. Zur Lösung dieses letzten Problems kann man sich der am Eingange dieses § gemachten Bemerkungen bedienen.

In dem Falle, wo S nur einfache Elementartheiler hat, die jedoch zu entgegengesetzt gleichen Wurzeln gehören können, können die sämmtlichen Substitutionen U auch gleich direct gefunden werden. Selbstverständlich wird dann auch die characteristische Function von S^2 nur einfache El.-Theiler enthalten.

Gehören nun zu der Wurzel ϱ_i die Werthsysteme

$$\xi_i^{11},\ \xi_i^{12},\ \ldots\ \xi_i^{1r};\ i = 1,\ 2 \ldots n;$$

als Lösungen der Gleichungen

$$\Sigma \xi_m a_{im} = \varrho_i \xi_i;\ i = 1, 2 \ldots n;$$

und zu $\varrho_\lambda = -\varrho_i$ die Werthsysteme

$$\eta_i^{\lambda_1},\ \eta_i^{\lambda_2},\ \ldots\ \eta_i^{\lambda k};\ i = 1, 2 \ldots n;$$

und versteht man unter

$$x_i^1,\ x^2 \ldots x_i^m;\ i = 1, 2 \ldots . n;$$

(wo $m = r + k$) die sämmtlichen Werthe ξ und η; setzt man ferner, um die Gleichung

$$V^2 = S^2,$$

zu lösen,

$$8) \qquad \Sigma x_i^h v_{it} = y_i^h,$$

so ergibt sich wie in No. 3. § 2

$$y_i^h = \Sigma x_i^p u_{ph}.$$

Demnach ist

$$\Sigma x_i^h v_{it} = \Sigma x_i^p u_{ph}, \text{ und}$$

$$9) \qquad \Sigma x_i^h v_{it} v_{ki} = \Sigma x_k^s u_{sp} u_{ph}.$$

Da aber auch

$$10) \qquad \Sigma x_i^h a_{it} a_{hi} = \varrho_i^2 x_k^h,$$

ist, so sind wieder nur die Gleichungen

$$\Sigma u_{sp}^1 u_{ph}^1 = (sh),$$

zu erfüllen, wenn

$$u_{sp}^1 = \pm \varrho_l u_{sp}$$

gesetzt wird. Die Bestimmung der v_{ik} erfolgt dann, da die x_i^h linear von einander unabhängig sind, aus den Gleichungen 8), und aus der Vergleichung von 9) und 10) erkennt man, dass auch die Transformationsbedingungen erfüllt sind.

§ 4.

Die Gleichung $SX + XS = o$.

Diese in den Coefficienten der X lineare Gleichung steht mit dem Problem der conjugirten Substitutionen in einem weiter gehenden Zusammenhange, der namentlich im § 6 hervortreten wird. Die Determinante des linearen Systems von n^2 Unbekannten x_{ik} der Form X

$$1) \quad SX + XS = o$$

ist, wie man leicht sieht, eine symmetrische Determinante in den Coefficienten von S, welche verschwinden muss, wenn eine von Null verschiedene Lösung für X vorhanden sein soll.

Es sei hier ausgeführt,[1]) dass die analoge Gleichung

$$2)\quad SX - XS = o,$$

auf die das Problem der mit S vertauschbaren Formen hinauskommt, eine schiefe Determinante vom Grade n^2 liefert; ein Umstand, der in den bisherigen Untersuchungen über dieses Gleichungssystem nicht bemerkt worden zu sein scheint. Bei geradem (ungeradem) n verschwindet sie daher immer mit einer ungeraden (geraden) Anzahl von Unterdeterminantensystemen. Es geht hieraus unmittelbar der Satz hervor:

Die Anzahl der linear unabhängigen Formen X, welche mit einer Form S vertauschbar sind, ist stets von der Form

$$n + 2k,$$

was übrigens durch die von Herrn Frobenius angegebene Formel für diese Zahl bestätigt wird.[2])

Das Verhalten jener beiden Determinanten von n^2 Reihen wird man indess wohl kaum discutiren können, ohne auf die Untersuchung der characteristischen Function von S einzugehen. Beide Gleichungen 1) und 2) gestatten aber sofort auf dem im vorigen § angedeuteten Wege eine Reduction

---

1) Ich erwähne den allgemeinen Satz: Die Determinante der Coefficienten des Systems der n^2 linearen Gleichungen

$$SX + \varrho XS = o$$

ist die Determinante einer linearen Schaar $W + \varrho W^1$ aus conjugirten Grundformen mit n^2 Variabeln, aus denen die beiden Bemerkungen des Textes hervorgehen.

2) F. S. 29.

auf ganz einfache Fälle, in denen die Lösungen direct hingeschrieben werden können.

Ohne auf diese Reduction hier einzutreten, behandle ich den etwas allgemeineren Fall der Gleichung

$$3)\quad AX = XB$$

in den 1) übergeht, wenn $A = -B = S$ gesetzt wird. Da zufolge der Gleichung

$$|A|\,|X| = |X|\,|B|$$

die Determinante vom X verschwinden muss, falls nicht gleichzeitig entweder die Determinanten von A und B verschwinden, oder einander gleich sind, welcher Fall hier übrigens nicht ausgeschlossen sein soll, möge angenommen werden, dass für die Form X noch alle Unterdeterminanten vom $m+1$. Grade Null sind, die vom m. Grade aber nicht sämmtlich verschwinden. Setzt man nun

$$E = E_1 + E_2,$$

$$\text{wo } E_1 = x_1 y_1 + \ldots x_m y_m,$$

$$E_2 = x_{m+1} y_{m+1} + \ldots x_n y_n,$$

so gibt es zwei Formen U und V von nicht verschwindender Determinante, vermöge welcher

$$UXV = E_1$$

ist. Demgemäss ist

$$UAU^{-1}E_1 = E_1 V^{-1} B V.$$

Setzt man nun

$$UAU^{-1} = A_0,\quad V^{-1} B V = B_0,$$

so ist

$$A_0 E_1 = E_1 B_0.$$

Hieraus geht hervor, dass die Form

$$M = E_1 A_0 E_1 = E_1 B_0 E_1$$

nur die Variabelnpaare von E_1 enthält. Ferner ist

$$E_2 A_0 E_1 = o, \; E_1 B_0 E_2 = o.$$

Setzt man endlich

$$E_1 A_0 E_2 = M_1, \; E_2 A_0 E_2 = N,$$
$$E_2 B_0 E_1 = M_2, \; E_2 B_0 E_2 = P,$$

wo die Formen N und P nur von den in E_2 vorkommenden Variabeln abhängen, so wird

$$U(A-\varrho E)\,U^{-1} = M - \varrho E_1 + N - \varrho E_2 + M_1,$$
$$V^{-1}(B-\varrho E)\,V = M - \varrho E_1 + P - \varrho E_2 + M_2.$$

Zum Bestehen der Gleichung 3) ist demnach nothwendig, wie schon Herr Frobenius angegeben hat (F. S. 28.), dass die characteristischen Functionen von A und B mindestens einen gemeinsamen Theiler m-Grades haben.

Dies ist aber auch hinreichend, denn die Determinante der Gleichungen 3) ist die Resultante der characteristischen Functionen von A und B.

Nicht hinreichend ist dagegen die Existenz eines gemeinsamen Theilers vom m-Grade, wenn die Unterdeterminanten m-Grades von X nicht mehr sämmtlich verschwinden sollen. Denn wenn z. B. $|M - \varrho E_1|$ für eine Wurzel $\varrho = \varrho_1$ in allen k-Unterdeterminanten den Factor $(\varrho - \varrho_1)\,l_k$ enthält, muss auch bei den characteristischen Functionen von A und B derselbe Factor mindestens in der Potenz l_k in allen k-Unterdeterminanten auftreten. Und wenn diese Wurzel ϱ_1 nicht in den Determinanten $|N - \varrho E_2|$ und $|P - \varrho E_2|$ enthalten ist, müssen sogar alle Elementartheiler, die zu $\varrho = \varrho_1$ gehören, jenen Functionen von A und B gemeinsam sein, denn alsdann enthalten, wie leicht zu sehen, die k-Unterdeterminanten auch nur die l_k-Potenz von $\varrho - \varrho_1$ und keine höhere.

Haben andererseits die characteristischen Functionen von A und B überhaupt Elementartheiler mit der Exponenten-

summe m gemeinsam, so gibt es auch solche X, deren Unterdeterminanten m-Grades nicht sämmtlich verschwinden, während die vom $m+1$. noch alle Null sind.

Man kann nämlich zunächst B durch eine contragrediente Substitution V in seine Normalform B_1 überführen. An Stelle der Gleichung 3) tritt dann, wenn

$$VBV^{-1} = B_1, \quad VAV^{-1} = A_1,$$
$$VXV^{-1} = X_1$$

gesetzt wird

$$A_1 X_1 = X_1 B_1.$$

Sondert man nun aus der characteristischen Function von B_1 Elementartheiler mit der Exponentensumme m aus, welche gleichzeitig in der von A, also auch in der von A_1 vorkommen, so sei

$$B_1 = M + P,$$
$$WA_1W^{-1} = M + Q,$$

wo M eine Form der m-Variabelnpaare $x_1 y_1 \ldots x_m y_m$ ist. Bezeichnet man dann irgend eine mit M vertauschbare, nur von denselben Variabeln abhängige Form durch H, so ist

$$B_1 H = HM = HWA_1W^{-1},$$

oder

$$V^{-1}B_1VV^{-1}HWV = V^{-1}HWVV^{-1}A_1V,$$

also

$$BV^{-1}HWV = V^{-1}HWVA,$$

mithin

$$X = V^{-1}HWV;$$

und dieser Ausdruck stellt wirklich Formen vor, welche der Gleichung 3) genügen und deren Unterdeterminanten m-Grades nicht sämmtlich Null sind, während die vom $m+1$. noch alle verschwinden, falls die Determinante von H nicht verschwindet, was sich immer erreichen lässt.

Nur in dem Falle, wo die beiden Formen A und B ähnlich sind, gibt es Lösungen X, deren Determinante nicht verschwindet.

Insbesondere ist also zum Bestehen der Gleichung 1)

nothwendig und hinreichend, dass die characteristischen Functionen

$$|S - \varrho E|, \; |S + \varrho E|$$

einen gemeinsamen Theiler besitzen, und die Anzahl der unabhängigen Lösungen von nicht verschwindender Determinante ist in dem Falle, wo beiden sämmtliche Elementartheiler gemeinsam sind, gleich der Anzahl der mit S vertauschbaren Formen.

Zufolge der Gleichung

$$S(X + \varrho E) + (X - \varrho E)S = o$$

hat jede Lösung X die Eigenschaft, dass die characteristischen Functionen

$$|X + \varrho E|, \; |X - \varrho E|$$

die nämlichen Elementartheiler besitzen.

§ 5.

Ueber alternirende und symmetrische Formen.

Zum Bestehen der Gleichung 1) § 4 hat sich im vorigen insbesondere als hinreichend erwiesen, dass — in etwas anderer Ausdrucksweise — S einer Form $s_1 + s_2$ ähnlich ist, in welcher die Functionen $|s_1 - \varrho E_1|$ $|s_1 + \varrho E_1|$ dieselben Elementartheiler besitzen, und natürlich $|s_1|$ nicht verschwindet. Es ist leicht zu zeigen, dass eine solche Form s_1 einer alternirenden Form ähnlich ist.

Ist nämlich $A = \Sigma a_{ik} x_i y_k$ eine alternirende Form, und bezeichnet man nach Herrn Frobenius[1]) die conjugirte Form von A, nämlich $\Sigma a_{ki} x_i y_k$ durch A^1, so ist wegen $a_{ik} + a_{ki} = o$

$$A^1 = -A.$$

Da nun die characteristischen Functionen conjugirter Formen[2]) dieselben Elementartheiler haben, so haben auch

1) F. S. 4.
2) F. S. 21.

die beiden Functionen

$$|A - rE| \text{ und } |A + rE|$$

dieselben Elementartheiler. Verschwindet die Determinante von A, so sind überdies die Elementartheiler von der Form r^{2k} stets paarweise vorhanden.[1]) Es gilt aber auch der umgekehrte Satz:

Haben die beiden Functionen $|S + rE|$ und $|S - rE$ die nämlichen Elementartheiler und sind überdies die Elementartheiler von der Form r^{2k} paarweise vorhanden (falls die Determinante von S verschwindet), so ist S einer alternirenden Form ähnlich.

Den Beweis desselben kann man auf folgendem Wege führen.

Ist eine Form S einer alternirenden A ähnlich, so gibt es eine Form V von nicht verschwindender Determinante, so dass

$$VSV^{-1} = A$$

wird. Geht man auf beiden Seiten zu den conjugirten Formen über, so ist auch[2])

$$(V^1)^{-1} S^1 V^1 = -A,$$

oder

$$VSV^{-1} + (V^1)^{-1} S^1 V^1 = o;$$

also auch

$$V^1 VSV^{-1} (V^1)^{-1} = -S^1.$$

Setzt man nun $V^1 V = W$, so ist $W = W^1$, also W[3]) eine symmetrische Form, mithin

$$WSW^{-1} = -S^1,$$

$$\text{oder } WS = -S^1 W^1 = -(WS)^1,$$

also die Form WS selbst eine alternirende Form. Man hat zunächst:

1) Kronecker, Berl. Monatsb. 1874, S. 442.
2) F. S. 4, Satz IV.
3) Ebenda.

Ist S einer alternirenden Form ähnlich, so ist

$$S = W^{-1} A,$$

wo W eine symmetrische Form von nicht verschwindender Determinante, A eine alternirende Form ist.[1])

Ist umgekehrt

$$WS = A$$

und W eine symmetrische Form, A eine alternirende Form, so ist S einer alternirenden Form ähnlich, sobald die Determinante von W nicht verschwindet.

Denn man kann durch eine congruente Transformation Z von nicht verschwindender Determinante bewirken, dass

$$Z^1 W Z = E_\varrho$$

wo E_ϱ nur die Variabeln $x_1 y_1$, $x_2 y_2 \ldots x_\varrho y_\varrho$, enthält.

Setzt man nun

$$(Z^1)^{-1} E_\varrho Z^{-1} S = A,$$
$$S^1 (Z^1)^{-1} E_\varrho Z^{-1} = -A,$$

so wird

$$E_\varrho Z^{-1} S Z = -Z^1 S^1 (Z^1)^{-1} E_\varrho.$$

Setzt man also

$$M = E_\varrho Z^{-1} S Z,$$

so ist

$$M = -M^1,$$

also M eine alternirende Form, woraus der zu beweisende Satz folgt, sobald die Determinante von W nicht Null ist, da in diesem Falle $E\varrho = E$ wird.

Es sei nun umgekehrt S so beschaffen, dass die characteristische Function von S nur paarweise Elementartheiler hat, die zu entgegengesetzt gleichen Wurzeln gehören und

1) Aus $S = W^{-1} A$ folgt $S = W^{-1} A W^{-1} W = B W$, wo auch B eine alternirende Form, W symmetrisch ist.

dass die Elementartheiler von der Form ϱ^{2k} ebenfalls paarweise vorhanden sind. Setzt man

$$\varrho = \frac{s+1}{s-1},$$

so hat die Function

$$|S(s-1) + E(s+1)|$$

nur reciproke Wurzeln, zu denen gleiche Elementartheiler gehören, und die Elementartheiler von der Form $(s+1)^{2k}$ sind paarweise vorhanden. Unter diesen Voraussetzungen ist aber die Schaar

$$S(s-1) + E(s+1)$$

nach einer Bemerkung des Herrn Frobenius[1]) einer aus conjugirten Grundformen $As + A^1$ gebildeten Schaar ähnlich. Man hat also

$$P(S+E)Q = A,$$
$$P(E-S)Q = A^1,$$

woraus

$$2PQ = A + A^1,$$
$$2PSQ = A - A^1,$$

und die Determinante von $A + A^1$ kann natürlich nicht verschwinden. Demnach wird

$$2Q = P^{-1}(A + A^1),$$
$$PSP^{-1} = (A - A^1)(A + A^1)^{-1};$$

oder auch nach dem zuvor bewiesenen Satze PSP^{-1}, also auch S selbst, einer alternirenden Form ähnlich.

Man hat daher auch folgenden Satz:

Ist die Form S (von nicht verschwindender Determinante) einer alternirenden Form ähnlich, so sind auch die Lösungen der Gleichung

$$SX + XS = o$$

1) F, S. 22.

deren Determinante nicht verschwindet, einer alternirenden Form ähnlich.

Der Vollständigkeit halber führe ich noch den analogen Satz über symmetrische Formen an.

Ist eine Form einer symmetrischen ähnlich, so ist sie das Product zweier symmetrischer Formen, von denen wenigstens eine eine nicht verschwindende Determinante hat.

Denn wenn die Gleichung besteht

$$V S V^{-1} = (V^1)^{-1} S^1 V^1,$$

welche ausdrückt, dass S einer symmetrischen Form ähnlich ist, so folgt

$$V^1 V S V^{-1} (V^1)^{-1} = S^1$$

oder für

$$V^1 V = W$$
$$WS = S^1 W = (WS)^1.$$

Demnach ist WS eine symmetrische Form W_1, also

$$S = W^{-1} W_1.$$

Dass dies auch umgekehrt zur Aehnlichkeit genügt, erkennt man wie vorhin.

§ 6.

Zurückführung des Problems der conjugirten Transformation einer Form in sich selbst auf rationale Operationen.

Zur Bestimmung der Formen U, wie sie in § 2) ausgeführt ist, scheint die Ermittelung der Wurzeln der characteristischen Function von S unerlässlich. Dagegen ist das Problem der cogredienten (congruenten) Transformation U einer Form S in sich selbst, wie ich an einem anderen Orte zeige,[1]) solange nur eine der Determinanten $|U+E|$, $|U-E|$

1) Es sei mir gestattet, hier auf eine in den Mathematischen Annalen erscheinende Arbeit zu verweisen.

von Null verschieden ist, stets auf die Lösung des linearen Systemes von Gleichungen

$$XS + X^1 S^1 = o$$

zurückführbar, und für den Fall der eigentlichen Substitutionen kann man sogar in gewissen Fällen alle Formen U auf diesem Wege erhalten[2]). Für das hier vorliegende Problem der conjugirten Transformation bestehen zum Theil ähnliche Verhältnisse, insoferne auch hier jede Lösung U, die der soeben angegebenen Voraussetzung genügt, linear ermittelt werden kann.

Setzt man

$$1) \qquad X_\varrho = (E - \varrho U)(E + \varrho U)^{-1},$$

so wird $$X_\varrho S = (E - \varrho U)(S^{-1} + \varrho S^{-1} U)^{-1},$$

oder wegen $$S^{-1} U = U^{-1} S^{-1},$$
$$US = S U^{-1},$$

$$X_\varrho S = (E - \varrho U) S (E + \varrho U^{-1})^{-1} = S(E - \varrho U^{-1})(E + \varrho U^{-1})^{-1}$$
$$= - S(E - \varrho^1 U)(E + \varrho^1 (U^{-1},$$

d. h. es besteht die Gleichung

$$2) \qquad X_\varrho S = - S X_{\varrho_1},$$

falls wie oben $\varrho^1 \varrho = 1$ gesetzt wird.

Nimmt man nun $\varrho = \pm 1$ an, so entsteht aus 2) wieder die Gleichung

$$3) \qquad XS + SX = o,$$

falls

$$X = (E \mp U)(E \pm U)^{-1},$$

oder

$$4) \qquad U = \pm \frac{E - X}{E + X}$$

gesetzt wird, wobei das obere oder untere Vorzeichen gilt, je

1) Vgl. F. S. 42 ff., wo der Fall der congruenten Transformation der symmetrischen Formen behandelt ist.

nachdem $\varrho = +1$ oder gleich -1 genommen wurde. Das heisst:

Jede Substitution U, die eine Form S von nicht verschwindender Determinante in sich transformirt und für die wenigstens eine der beiden Determinanten $|U+E|$, $|U-E|$ nicht verschwindet, kann auf eine einzige Art in eine der Formen

$$U = \pm \frac{E-X}{E+X}$$

gebracht werden, wo X der Gleichung 3) genügt und die Determinante von $E \pm X$ ist dabei nicht Null.[1])

Aber dieser Satz kann auch umgekehrt werden und zwar in folgender Weise:

Die Form

$$U = \pm \frac{E-X}{E+X}$$

ist eine Substitution, welche jede Form S, deren Determinante auch Null sein kann, in sich selbst transformirt, sobald die Form X der Gleichung 3) genügt, und die Determinanten von $E+X$ (und $E-X$), was jederzeit für die homogenen Coefficienten von X erreichbar ist,[2]) nicht verschwinden.

---

1) Ist nämlich $|U+E|$ nicht Null, so ist

$$X = (E-U)(E+U)^{-1} = 2(E+U)^{-1} - E$$

also

$$X + E = 2(E+U)^{-1};$$

ist dagegen $|U-E|$ von Null verschieden, so ist

$$X = (E+U)(E-U)^{-1}$$

d. h. $X + E = 2(E-U)^{-1}$.

Ausserdem ist

$$(X+E)S + S(X-E) = o,$$

also ist auch $|E-X|$ nicht Null.

2) Wenn $|S|$ nicht Null ist, können die Determinanten $|X+E|$ und $|X-E|$ nur gleichzeitig verschwinden.

In der That wird

$$USU = (E - X)(E + X)^{-1} S (E - X)(E + X)^{-1}.$$

Nun folgt aber aus den Gleichungen

$$(X + E)S + S(X - E) = o,$$
$$S(X + E) + (X - E)S = o,$$

die eine unmittelbare Folge von 3) sind, für die rechte Seite der vorstehenden Gleichung der Ausdruck

$$(E - X)(E + X)^{-1}(E + X) S (E + X)^{-1}$$

oder

$$(E - X) S (E + X)^{-1} = S,$$

womit die Gleichung

$$USU = S$$

bewiesen ist.

Je nachdem das obere oder untere Vorzeichen in 4) gewählt wird, ist

$$U \pm E = \pm 2E(E + X)^{-1}$$
$$U \mp E = \mp 2X(E + X)^{-1}$$

ferner wird

$$5) \quad US - SU = \pm 4(E + X)^{-1} SX (E + X)^{-1}$$
$$= \pm 4SX\ (E - X^2)^{-1}.$$

So lange nun die etwaigen Parameter in X endlich sind, d. h. diese Form selbst eine endliche ist, kann U mit S nur vertauschbar werden, wenn $X = o$ ist, d. h. für die identische Transformation $U = \pm E$. Legt man andererseits den linearen Parametern in X beständig wachsende Werthe bei, so erhält man im Grenzfalle, falls U eine endliche Form bleibt, solche Substitutionen, für welche die Determinanten $|U + E|$ und $|U - E|$ gleichzeitig verschwinden können. Dabei kann auch, wie die Formel 5) zeigt, U mit S vertauschbar werden, doch können sich Formen dieser Gattung nur vermöge jener Grenzprocesse ergeben.

Indess wird man im allgemeinen keineswegs alle Sub-

stitutionen auf diesem Wege erhalten. Von den hierher gehörigen Betrachtungen hebe ich die folgende besonders einfache hervor.

Es seien zunächst diejenigen Substitutionen bestimmt, für welche $|U+E|$ nicht Null ist.[1]) Dieselben sind von der Form

$$U=(E-X)(E+X)^{-1}.$$

Ich behaupte nun: Alle eigentlichen Substitutionen, für die $|U+E|$ verschwindet, aber nicht gleichzeitig $|U-E|$ Null ist, lassen sich aus den eben angegebenen erhalten, indem man einen geeigneten Grenzübergang vornimmt, falls die Form S einer alternirenden Form ähnlich ist.

Sei nämlich W irgend eine Form, welche S in sich transformirt, und $|W-E|$ nicht Null, während $|W+E|$ verschwinden mag. Dann ist

$$W=-\frac{E-X}{E+X}$$

wo nun die Determinante von X im allgemeinen verschwinden muss. Da aber die Transformation eine eigentliche ist, so muss n eine gerade Zahl sein, und daher existirt auch eine Form von nicht verschwindender Determinante Z, welche der Gleichung

$$SZ+ZS=o$$

genügt. Bezeichnet man mit h einen beliebigen Parameter, so ist auch

$$S(Zh+X)+(X+hZ)S=o$$

1) Zur Bestimmung der Coefficienten der Form X kann man natürlich auch ähnliche nicht rationale Operationen wie in § 2 anwenden. Sind z. B. alle Wurzeln von $|S-\varrho E|$ von einander verschieden und paarweise entgegengesetzt gleich, so hängen diese Coefficienten bei geradem n von n homogenen Parametern ab. Für ungerades $n=2p+1$ ist dagegen, wenn je zwei Wurzeln bis auf eine entgegengesetzt gleich und verschieden sind, diese Anzahl gleich $2p$.

und die Determinante von $X + hZ$ verschwindet nicht für beliebige Werthe von h. Nun ist aber auch

$$X_1 = (X + hZ)^{-1}$$

eine Lösung der Gleichung $XS + SX = o$, demnach

$$U_h = \frac{E - X_1}{E + X_1},$$

eine Form, für welche $|U_h + E|$ nicht Null ist. Da endlich

$$U_h = -\frac{E - (X + hZ)}{E + (X + hZ)},$$

so folgt für $h = o$

$$\lim U_h = W = \lim \frac{E - X_1}{E + X_1},$$

wie zu zeigen war.

Die Substitutionen, welche sich für ein X von nicht verschwindender Determinante ergeben, zeichnen sich überhaupt durch besondere Eigenschaften aus, von denen die folgenden zwei noch erwähnt sein mögen.

1) Ist X einer alternirenden Form ähnlich, so ist die Substitution U einer orthogonalen Form ähnlich.

Ist nämlich Y selbst eine alternirende Form, so ist

$$O = \frac{E - Y}{E + Y},$$

eine orthogonale Form,[1]) wie aus den Gleichungen

$$O^1 = \frac{E + Y}{E - Y},$$

oder

$$O\,O^1 = E,$$

hervorgeht. Ist nun $X = V\,Y\,V^{-1}$, so ist auch

$$V^{-1}\,U\,V = O;$$

mithin U der orthogonalen Form O ähnlich. Solche Sub-

*) F. S. 48 u. ff.

stitutionen entsprechen also dem Falle, wo S selbst einer alternirenden Form ähnlich ist.

2) Ist X eine Form von nicht verschwindender Determinante, so sind die Formen

$$SU,\ SU\ \ US^{-1},\ S^{-1}U$$

alternirenden Formen ähnlich.

Denn nach 5) ist

$$US - SU = Y$$

wo Y eine Form ist, deren Determinante nicht verschwindet, und die nach § 3, 1 der Gleichung

$$SY + YS = o$$

selbst genügt. Nun ist ferner

$$UY = U^2S - S = (U^2 - E)S;$$
$$YU = S - SU^2 = S(E - U^2),$$

also, da U mit S^2 vertauschbar ist,

$$UYS + SYU = o.$$

Hieraus folgt aber leicht, da auch Y mit S^2 vertauschbar ist,

$$(US)(S^{-1}YS^2) + (S^{-1}YS^2)(US) = o,$$
$$(SU)(YS) + (YS)(SU) = o,$$
$$(US^{-1})(SY) + (SY)(US^{-1}) = o;$$
$$(S^{-1}U)(YS) + (YS)(S^{-1}U) = o;$$

d. h. es haben die characteristischen Functionen $|T - \varrho E|$ und $|T + \varrho E|$ dieselben Elementartheiler, wo T jede der vier genannten Formen bedeuten kann.

Ueber Nothochilus,
eine neue Scrophularineen-Gattung aus Brasilien,
nebst einem Anhange:
Ueber zwei neue Touroulia-Arten

von L. Radlkofer.

(Eingelaufen 17. Juni.)

Vor kurzer Zeit kam mir aus Rio de Janeiro durch Herrn Schwacke ein Fragment einer Pflanze zu, welche in mehrfacher Hinsicht Interesse erregte, bei der ihr eigenen Sprödigkeit aber durch den Transport derart gelitten hatte, dass es schien, es werde die Hoffnung, zu den wünschenswerthen Aufschlüssen über sie zu gelangen, unerfüllt bleiben. Auch wollte dieselbe nirgends da, wo die morphologischen Verhältnisse ihr einen Platz in dem Systeme anzuweisen schienen, sich einfügen und bekannten Gattungen angliedern lassen, so dass offenbar ein anomaler und wahrscheinlich neuer Typus in ihr vorlag, für dessen richtige Auffassung die Dürftigkeit und der ruinose Zustand des Materiales grosse Schwierigkeiten bot.

Doch half die anatomische Methode über alle diese Schwierigkeiten hinweg und ergab namentlich in ihrer Anwendung auf den Samen der Pflanze schliesslich ein so bündiges und befriedigendes Resultat, dass ich nicht anstehe, dasselbe als genügend gesichert zu betrachten und hier zur Mittheilung zu bringen.

Dasselbe geht dahin, dass die Pflanze eine neue Gattung aus der Familie der Scrophularineen darstelle, die zweite, welche ich somit hier (neben Tetraplacus, s. diese

Sitzungsberichte 1885, p. 258—275) den früher schon aus Brasilien bekannt gewesenen Gattungen dieser Familie hinzuzufügen Gelegenheit habe.

Sie gehört in dieser Familie der Tribus der Gerardieen, Subtribus der Escobedieen an und bildet insofern einen abweichenden Typus, als ihre Blumenkrone scheinbar zweilippig und nicht, wie bei den anderen Gattungen dieser Gruppe, mit einem ziemlich regelmässig fünflappigen, meist nur etwas schiefen Saume versehen ist. Diese scheinbar zweilippige Gestalt kommt dadurch zu Stande, dass die nach oben sich schwach trichterförmig erweiternde Röhre der Blumenkrone rückwärts fast um das Doppelte höher ansteigt als in dem vorderen Theile der Blüthe und dann sich bogig nach vorn krümmt, so dass nun der Rand der Trichteröffnung eine fast senkrecht gestellte, mit der Axe des Trichters fast parallele Ellipse darstellt. Diesem Rande sind die Lappen der Blumenkrone so aufgesetzt, dass die beiden fast ganz miteinander verwachsenen oberen Lappen den gewölbten Rückentheil der Röhre verlängern und als helmartige Oberlippe einer zweilippigen Krone sich darstellen, die seitlichen Lappen aber und der an dem tiefsten Theile der Trichteröffnung sitzende, verhältnissmässig weit von den andern abgerückte, vordere (untere) Lappen einer Unterlippe entsprechend erscheinen.

Bei dieser auffallenden Eigenthümlichkeit in der Gestaltung der Blumenkrone musste natürlich, wenn die Stellung der Pflanze bei den Escobedieen, zu welchen sie nach ihren übrigen Eigenschaften und namentlich nach ihrem theils an die Rhinanthaceen, theils an die mit den Escobedieen nahe verwandten und den Orobancheen ähnlichen Hyobancheen erinnernden Habitus zu gehören schien, als eine gesicherte sollte betrachtet werden können, nach anderen Anhaltspunkten gesucht werden, welche die entsprechende Gewähr zu geben im Stande waren.

Diese fanden sich denn, wie ich hier ohne Darlegung der verschiedenen Wege, welche in der Richtung nach diesem Ziele eingeschlagen wurden, kurz anführen will, in dem Samen der Pflanze und wiesen bei Vergleichung desselben mit den Samen verschiedener Scrophularineen-Gattungen mit solcher Bestimmtheit auf die Escobedieen-Gattung Melasma Berg hin, dass sich nun sogar die Frage aufdrängte, ob die Pflanze nicht etwa geradezu dieser Gattung, mit der sie auch in der Kelchbeschaffenheit grosse Aehnlichkeit zeigte, und von welcher neben Arten aus Africa und Mexico (M. scabrum Berg, M. hispidum Benth.) bereits eine Art aus Brasilien bekannt ist (M. rhinanthoides Benth., Flor. Brasil. VIII, Fasc. XXX, 1862, tab. 46), beizufügen sei. Doch musste diese Frage, obwohl Beispiele von Gattungen nicht fehlen, deren Arten zum Theile eine fast gleichmässig gelappte, zum Theile eine zweilippige Blumenkrone besitzen, wie etwa die darnach übrigens immerhin in Untergattungen sich gliedernde Gattung Gesnera (s. Flor. Bras. VIII, tab. 59), schliesslich verneint werden, da nicht bloss die Blumenkrone, sondern auch die Narbe, die Inflorescenz, die durchaus opponirte Stellung der Blätter und der Gesammthabitus der Pflanze beträchtliche Verschiedenheiten gegenüber den Arten von Melasma darbot.

Die nahe Beziehung zu Melasma drückt sich, ausser in der Gestalt der Samen und in dem Verhalten des Samenkernes zu der sackartig über ihn hinaus verlängerten Samenschale, namentlich in der Beschaffenheit der äusseren Zellen der Samenschale aus. Diese sind sich bei den in Vergleichung stehenden Pflanzen in Hinsicht auf ihre Gestalt und Anordnung, rücksichtlich einer sehr starken Verdickung an ihren Kanten und einer mit ihrer Längsaxe sich schief kreuzenden, an ihrer inneren Wandung sich findenden Streifung durch sehr locker gestellte Netzfasern in solcher Weise ähnlich, wie das erfahrungsgemäss nur bei

Pflanzen nächster Verwandtschaft sich findet. Sie zeigen, um es figürlich auszudrücken, eine derart gleiche Mache, dass sie den gleichen Ursprung, so zu sagen die gleiche Hand und das gleiche Material voraussetzen lassen.

Ich begnüge mich mit diesen wenigen Worten über die Stellung der Pflanze und fasse alles übrige, was für diese noch weiter bestimmend und was für die Auffassung der Pflanze überhaupt von Belang ist, in einer entsprechenden Charakteristik derselben zusammen.

Nothochilus m., gen. nov. Scrophularinearum, affine Melasmati Escobediearum: Calyx ovatus, (siccus) scarioso-foliaceus, 10-nervis, 5-angulatus, angulis plicato-compressis, dein expansis, in dentes 5 acutos valvatos continuatis, nitidus, praesertim ad nervos pilis brevissimis nodulis insidentibus scaber. Corolla 5-loba, quam maxime obliqua et quasi bilabiata, ante anthesin cucullato-galeata et dorso plicis 5 cristiformibus longitudinaliter striata, parte posteriore, si mavis, labio superiore in lobos 2 terminato aestivatione exteriore; tubus corollae expansae oblique infundibularis, ore verticali, antice calycem aequans, dorso curvato nervoso-striato calycem subduplo superans; limbi lobi breves, lati, postici secundum medianam connati, cum tubi parte superiore subhorizontaliter porrecti (labium superius galeatum mentientes, lobi laterales posticis approximati oblique erecti, lobus anticus magis distans, perbrevis, subtruncatus, omnes glandulis breviter stipitatis extus et intus ornati. Stamina 4, didynama, basi corollae affixa, exserta, lobos laterales attingentia; antherarum thecae (loculi, ut dicunt) distinctae, parallelae, interiore praesertim staminum anteriorum paullo minore, basi mucronatae, ad sulcum lateralem et dorso circa filamentorum glabriusculorum insertionem longe barbatae; pollen subgloboso-ellipsoideum sulcis 3 levioribus latiusculis longitudinaliter exaratum. Stylus elongatus, sub lobis corollae superioribus porrectus, apice incrassato glandulis breviter stipitatis ornatus, in stigma crassum

subcapitatum transverse dilatatum terminatus; germen a lateribus compressum ellipticum, biloculare, dissepimento angusto transversali secus medianam utrinque in placentam crassam carnosam producto, placentis gemmulis numerosis undique obsitis. Capsula ellipsoidea, basi in stipitem brevem contracta, loculicide dehiscens, valvis medio septi fragmenta gerentibus. Semina numerosissima, oblique erecta, clavato-linearia, testa laxa, nucleo supra medium parvo oblongo; albumen parcum oleo et aleuro foetum; embryo rectus, ellipticus, radicula lata obtusa infera. — Herba sesquipedalis (parasitica?) nigricans, pilis brevibus scabra (uti Melasma scabrum Berg etc.); caulis sublignosus, obtuse tetragonus, internodiis centimetralibus infra nodos in lateribus foliis interjectis fusco-puberulis. Folia opposita, subsessilia, ovata (1,5 cm longa, 1 cm lata), crassiuscula, sicca fragilia, trinervia, paucidentata. Flores axillares, racemum foliatum exhibentes, pedicellati, bibracteolati (pedicellis bracteolisque circ. 8 mm longis), pulchre coccinei.

Species 1: N. coccineus m.; Calyx 2 cm longus, 1 cm latus; corolla 3,5 cm longa; capsula 16 mm longa, 8 mm lata; semina 3 mm longa.

In Brasiliae provincia Minas Geraës leg. E. Kromer („Campos de Caparao, 200 m") m. Martio 1889 c. flor. et fruct. (Herb. Schwacke n. 6463).

Anhang:

Ueber zwei neue Touroulia-Arten aus Brasilien.

Eine andere durch Herrn Schwacke mir zugekommene Pflanze stellt eine neue Art der Gattung Touroulia Aubl., aus der Gruppe der Quiineae, dar und gewährte entsprechende Anhaltspunkte zur Aufstellung noch einer weiteren, im Ganzen der dritten Art dieser Gattung auf Grund einer von Martius am Japurá gesammelten sterilen Pflanze des

Münchener Herbares. Ich denke nach Erlangung ergänzender Materialien und zwar auch aus der zur Zeit hier fehlenden Gattung Quiina gelegentlich auf diese Gruppe zurückzukommen, und hebe hier nur kurz die charakteristischen Merkmale der beiden besagten neuen Arten hervor.

1) Touroulia pteridophylla m.; Rami superne tetragoni, internodiis circiter 6-centimetralibus; folia quaternatim verticillata, anedra, 3—3,5 dm longa, pinnatipartita (illa Polypodii phymatodis L. in mentem revocantia), segmentis utrinque 5 suboppositis remotis lanceolatis, intermediis longioribus (8—10 cm longis, 1,5—1,8 cm latis), subintegerrimis nec nisi remote minutissime mucronulato-serrulatis 1-nerviis inter nervos suos laterales pertenues creberrime subtiliter arcuato-venosis, omnibus rhachi late alata (latitudine segmenta aequante) basi in petiolum nudum 2-centimetralem angustata conjunctis, glabris; katophylla (stipulae autor.) foliis interjecta, et ipsa foliacea, lanceolata (18—24 mm longa, 2—3,5 mm lata), subpetiolulata, cuspidata, subserrulata, subtiliter pinnatim venosa.

In Brasiliae provincia do Alto Amazonas in sylvis ad flumen Japurá legit Martius.

2) Touroulia decastyla m.: Rami subteretes, striati, internodiis superioribus circiter 2-centimetralibus; folia quinatim verticillata, ex oblongo lanceolata, in petiolum brevem attenuata, superiora 8—16 cm longa, 1,4—4 cm lata, remote crenato-serrata, serraturis incurvato-mucronulatis, inter nervos laterales approximatos (utrinque circ. 14) oblique adscendentes subtus prominentes transversim subtiliter arcuato-venosa, glabra; katophylla (stipulae autor.) foliis (singula, rarius folio intermedio abortivo quasi gemina) interjecta, lineari-subulata (4—9 mm longa, vix 1 mm lata); inflorescentia in ramulis terminalis, paniculata; flores 1-sexuales (alterius sexus vestigiis nullis), 4-sepali, 8-petali, expansi 18 mm lati, sepalis petalisque rotundatis concavis; masculi staminibus per-

multis (160—170) supra totum torum insertis; feminei germine supero striato 10- (9—11-) loculari, gemmulis in loculis binis in angulo centrali superpositis erectis anatropis apotropis, rhaphe ventrali, micropyle extrorsum infera, stylis 10 filiformibus radiato-deflexis in stigmata oblique peltata concava terminatis; fructus (t. Schwacke) „baccatus, conico-ellipticus, apice complanatus, 7 cm longus, 5 cm latus, multistriatus, longitudinaliter fibrosus, abortu 1-locularis (?), 2—4-spermus; semina ovata, 14 mm longa, 10 mm lata, fusco-tomentosa; embryonis cotyledones magnae, crassae, radicula perparva". — „Vulgo Uacá de frutas estriadas".

In Brasiliae provincia Minas Geraës legit Schwacke („in mont. ad Saõ Jose do Chopotó, 700 m"; Herb. Schwacke, n. 4818).

Zusatz 1. Da die weiblichen Blüthen von Touroulia seit Aublet von keinem Botaniker gesehen worden zu sein scheinen (s. Engler in Flor. Bras. XII, 1, 1888, p. 486), so bemerke ich, dass die schon von Triana und Planchon in Ann. Scienc. nat., 4. ser., XV, 1861, p. 345 als fehlerhaft betrachteten Angaben desselben sich in der That als Irrthümer darstellen, namentlich die über das Gekröntsein der Frucht durch Kelchblattspitzen. Aublet scheint Reste der Griffel, wie sie die Zeichnung von Planchon für Quiina darstellt (l. c. XIV. tab. 18, fig. 11, 12), für epigyne Kelchtheile genommen zu haben.

Zusatz 2. Ob die Gattung, wie in Benth. Hook. Gen. I, 1867, p. 177, mit Quiina Aubl. zu vereinigen sei, wird wohl davon abhängen, ob sich Zwischenstufen zwischen den bisher bekannten Arten von Quiina mit 2—3-fächerigem und denen von Touroulia mit 7—11fächerigem (also wohl aus einem doppelten Fruchtblattkreise hervorgegangenem) Fruchtknoten finden, welche auch hinsichtlich der Mehrzahl der Staubgefässe und hinsichtlich der Grösse der Blüthen die Brücke zu bilden geignet sein werden. Vor der Hand

erscheint es mir angemessen, die beiden Gattungen noch getrennt zu halten. Die Grösse der Blüthen erscheint bei Touroulia decastyla etwas beträchtlicher als bei T. guianensis Aubl., da sie ziemlich genau der als „etwas vergrössert" bezeichneten Darstellung der (männlichen) Blüthen bei Aublet (tab. 194) entspricht. Diese Vergrösserung dürfte weiter dem eben erwähnten Ausdrucke gemäss keine so starke sein, dass die bei den Autoren zu findende Angabe „flores masculi minuti" als gerechtfertiget erschiene.

Zur Klärung von
Theophrasta und der Theophrasteen,
unter Uebertragung dahin gerechneter Pflanzen zu den Sapotaceen und Solanaceen.

Von L. Radlkofer.

(Eingelaufen 17. Juni.)

Die Gattung Theophrasta, welche Linné in der ersten Edition seiner Genera Plantarum, 1737, nach den Mittheilungen von Plumier (Nov. Gen. 1703) über eine von letzterem vor 200 Jahren (1790—95) auf den Antillen — und wohl zweifellos, wie schon Dav. Don dargelegt hat (sieh Edinb. New Phil. Journ. Nro. 20, 1831, p. 234), auf S. Domingo — beobachtete Pflanze (unter Veränderung des von Plumier zu Ehren von Theophrastus Eresius dafür gewählten Namens Eresia in Theophrasta) aufgeführt und damit eigentlich fest begründet hat, ist schon wiederholt und namentlich von Seite Lindley's, 1821, und Decaisne's, 1876, kritischer Betrachtung und Vergleichung mit der ihr zunächst stehenden, von Ruiz und Pavon 100 Jahre nach Plumier, 1794, nach peruanischen Pflanzen aufgestellten Gattung Clavija unterzogen worden.

Sie ist aber keineswegs schon ausreichend geklärt.

Ja man müsste nach dem gegenwärtigen Stande der Dinge und gemäss der Interpretation, welche für die Plumier'sche Pflanze nach den Ausführungen einer ganzen Reihe von

Autoren sich Geltung verschafft hat, eigentlich auf die etwa 25 Arten enthaltende Gattung Clavija den Namen Theophrasta übertragen[1]) und für die paar Pflanzen, welche man jetzt unter Theophrasta versteht, einen anderen Gattungsnamen wählen, da man, was eigentlich schon die Meinung von Ruiz und Pavon war,[2]) allgemein angenommen hat, dass die Plumier'sche Pflanze generisch mit Clavija übereinstimme und verschieden sei von dem was man heutzutage, indem man die von jenen Autoren beliebte, mit dem Prioritätsgesetze in Widerspruch stehende Anwendung des Linné'schen Gattungsnamens beibehalten hat, unter Theophrasta versteht.

Zum Glücke ist aber, wie ich im Folgenden an entsprechenden Materialien unter Zuhilfenahme der anatomischen Methode zu zeigen hoffe, diese Verschiebung der Namen und der unter ihnen zu verstehenden Pflanzen, welche besonders von Lindley (Collectan. bot., 1821) herrührt und bei den meisten späteren Autoren ausser Dav. Don (a. a. O.), nämlich bei A. de Candolle (Prodr. VIII, 1844, p. 145), Decaisne (Ann. Sc. n., ser. 6, III, 1876, p. 140—1), Bentham und Hooker (Gen. II, 1876, p. 649) und anderen sich erhalten hat, doch nicht gelungen.

Ich hoffe zu zeigen, dass die der Gattung Theophrasta zu Grunde liegende Plumier'sche Pflanze keineswegs mit

---

1) Für diejenigen Autoren, welche für die Gattungsnamen nicht bloss wie Bentham und Hooker, denen ich folge (sieh über Serjania 1875, p. 11), bis auf Linné zurückgehen, sondern auch die Aufstellungen der vorlinnéischen Autoren bis zurück auf Tournefort (1694) in Geltung erhalten wissen wollen, würde sich sogar die Nothwendigkeit ergeben, den auffälligerweise nirgends von diesen Autoren wieder hervorgekehrten Namen Eresia Plum. als den giltigen zu betrachten und statt Clavija zu gebrauchen.

2) Ruiz und Pavon bemerken nämlich zu ihrer Gattung Clavija: „Ad hoc genus referenda est Eresia foliis aquifolii longissimis Plum. Nov. Gen.“

Clavija generisch zusammenfällt, sondern mit jenen Pflanzen, auf welche die Autoren bisher ganz im Widerspruche mit ihren eigenen Deutungen den Gattungsnamen Theophrasta angewendet haben und für welche erst jetzt dieser Name zu einem zu Recht bestehenden wird.

Zugleich hoffe ich, ausser über die bisher zweifelhaft gebliebene, strittige Grundlage der Gattung Theophrasta auch über einige andere, unter diesem Gattungsnamen aufgestellte, aber stets fraglich gebliebene Arten entsprechenden Aufschluss geben zu können, namentlich über die von Römer und Schultes nach Materialien des Hb. Willdenow veröffentlichten Arten, von welchen die als Th. madagascariensis bezeichnete schon A. de Candolle (l. c.) zu der Bemerkung veranlasst hat: „Ex patria non congener videtur".

Für diese Pflanze — welche eigentlich der Ausgangspunkt für die hier darzulegenden Untersuchungen gewesen ist — war es, obwohl nur ein einziges Blatt von ihr im Hb. Willdenow vorliegt, doch leicht, mit Hilfe der Merkmale, welche die anatomische Methode bei der Vergleichung von Theophrasta und Clavija an die Hand gab, nachzuweisen, dass sie etwas jenen Gattungen gänzlich Fremdartiges sei, und schliesslich gelang es, in ihr eine Brexia zu erkennen.

Aber nicht bloss für die Gattungen Theophrasta und Clavija ergaben sich aus der anatomischen Methode wichtige Merkmale, welche einerseits die nahe Verwandtschaft dieser beiden Gattungen bestätigen, andererseits die Unterscheidung derselben (und theilweise selbst der Arten einer jeden derselben unter einander) auch in sterilem Materiale ermöglichen und Fremdartiges fernzuhalten gestatten, sondern auch für die übrigen Theophrasteen-Gattungen — für Deherainia Decaisne und Jacquinia L. — erwiesen sich dieselben Merkmale — das verschiedenartig modificirte Auftreten von Sklerenchymfasern unter der Epi-

dermis des Blattes und das Vorkommen eigenthümlich gestalteter, in die Epidermeris des Blattes eingesenkter Drüsen — in den gleichen Hinsichten als ausschlaggebende Kriterien.

So gelang es des weiteren durch die anatomische Methode allein schon ein sicheres Urtheil über die Unzuhörigkeit zweier bisher bei den Theophrasteen untergebrachten Pflanzen zu gewinnen, nämlich der monotypischen Gattung Reptonia A. DC. und der von A. de Candolle unter Jacquinia ferruginea Spr. erwähnten und mit dieser bereits als „wahrscheinlich auszuschliessende Art" bezeichneten Jacquinia linearis, non Jacq., Bertero Herb.

Aber nicht bloss das, sondern die der anatomischen Methode zu Gebote stehenden Mittel liessen auch unschwer und mit voller Sicherheit, wie ich zu zeigen hoffe, nachweisen, dass die Gattung Reptonia ihren Platz bei den Sapotaceen zu finden habe, und dass die erwähnte Pflanze von Bertero eine neue Solanaceen-Gattung darstelle, welche den Namen Coeloneurum tragen mag und welche ihren Platz unmittelbar neben der bekanntlich selbst erst vor kurzem durch die anatomische Methode dieser Familie zugewiesenen Gattung Henoonia (s. diese Sitzungsber., 1888, p. 405 etc.) einzunehmen hat.

Die von Plumier unter dem Namen Eresia beschriebene Pflanze aus den Antillen, welche Linné in den Gen. Plant. Ed. I, 1737, p. 45 unter Veränderung des Gattungsnamens in „Theophrasta" und in den Spec. Pl. Ed. I, 1753, p. 149 unter der Bezeichnung Theophrasta americana aufgeführt hat, ist allem Anscheine nach, wie das seiner Zeit auch Lindley (1821) ausgesprochen hat, so wenig, wie von Linné selbst, von irgend einem der späteren Autoren in entsprechenden Materialien gesehen und wieder erkannt worden, und alle Deutungen derselben beruhen nur auf den Dar-

stellungen von Plumier selbst (Nov. Gen., 1703, p. 8, t. 25) und auf der von Jo. Burmann, 1757, in dessen Icon. Plumerian. p. 119, t. 126 gegebenen mangelhaften Abbildung der Pflanze unter dem Linné'schen Gattungsnamen und mit Hinweisung auf Linné's Spec. Pl.

Ich glaube nun diese Pflanze in einem zwar sehr dürftigen, nur aus einem Blatte und einer Inflorescenz bestehenden, aber doch ausreichendem Exemplare, welches von Bertero auf S. Domingo gesammelt und unter dem Namen Theophrasta americana zunächst an Balbis und von diesem an Schultes für das Herbarium der damaligen Landshuter und jetzigen Münchener Universität mitgetheilt worden ist, vor mir zu haben, und auf der vergleichenden Untersuchung und Deutung dieses Exemplares beruht das, was ich über die Gattung Theophrasta im Vorausgehenden schon ausgesprochen habe und im Folgenden des näheren darzulegen gedenke.

Ehe ich dazu übergehe, ist jedoch, um das richtige Verständniss der Sache anzubahnen, noch einiges aus der Geschichte der Gattung Theophrasta vorauszuschicken.

Der erste, welcher nach Linné und rund 100 Jahre nach Plumier auf die Gattung Theophrasta L. einging, ist Jussieu.

Dieser erweiterte in den Gen. Pl., 1789, p. 150 die bis dahin bekannt gewordenen Angaben namentlich durch Beifügung des von Nicolson (Hist. de S. Domingue, 1776, p. 213) entlehnten Vulgärnamens „Coquemollier" (s. „Tu te mocques" Nicols. l. c.) — übrigens ohne auf Nicolson's Unterscheidung einer kleinen und einer grossen Art dieses Namens einzugehen —, durch die Bezeichnung der Pflanze als „arbuscula" und durch den Zusatz: „Spinulae axillares minimae verticillatae cauli appressae mox caducae; ex D. Lahaye apud Domingenses Parocho."

Wie weit diese und andere Worte Jussieu's den in Paris befindlichen handschriftlichen Aufzeichnungen Plumier's entnommen sind oder wie weit sie etwa der Beobachtung getrockneter oder lebender (sei es blühender oder nicht blühender) Pflanzen entstammen, mag dahingestellt bleiben. Die im Hb. Jussieu nach der Angabe von Decaisne (sieh dessen die Theophrasteen betreffende Mittheilung in Ann. Sc. nat., ser. 6, III, 1876, p. 140) befindlichen, zu der alsbald näher zu erwähnenden Th. Jussiaei Lindl. gehörigen Materialien von Poiteau aus S. Domingo, können ihnen, da Poiteau erst in den Jahren 1796—1802 dort sammelte, wohl ebenso wenig zu Grunde liegen, wie die Angaben von Swartz über eine als Theophrasta americana betrachtete Pflanze (Sw. Obs., 1791, p. 58, 59), welche Decaisne an dem erwähnten Orte nach den von Swartz angeführten Charakteren („Corollae tubus longitudine calicis campanulatus", „caulis spinosus" etc.) auf die bald weiter zu betrachtende Th. densiflora Decaisne bezogen hat. Lebende Materialien können den Worten von Jussieu sicherlich zu Grunde liegen, denn solche waren damals in den europäischen Gärten wohl zweifellos schon vorhanden, da van Royen die Gattung unter Hinweis auf Plumier's Pflanze für den Leydener Garten anführt (Prodr. Flor. Leyd., 1740, p. 528), und solche Materialien mögen unter dem Vorgänger Poiteau's in der Leitung des Pariser Gartens, dem von Jussieu genannten Lahaye (sieh Lassègue Mus. Deless. p. 267), namentlich auch in den Pariser Garten Eingang gefunden haben. Ob Lahaye selbst als Sammler derselben anzusehen sei, wie Dav. Don in Edinb. New Phil. Journ. 1831, p. 234 unter Th. Jussiaei angenommen hat, lasse ich dahingestellt, da er von Lassègue wenigstens als Reisender nicht angeführt wird.

Es mag sich das alles verhalten, wie es will, für die Gattung Theophrasta sind die Anführungen Jussieu's

insofern von grosser Bedeutung geworden, als sich Lindley im Jahre 1821 (Collectan. bot., Text zu tab. 26) veranlasst gesehen hat, anzunehmen, dass Jussieu und Swartz unter Theophrasta eine andere Pflanze verstanden haben, als Linné, und zwar dieselbe Pflanze, welche Dr. Hamilton auf S. Domingo gesammelt und an Lambert mitgetheilt hatte, und welche nun Lindley nach den Exemplaren Lambert's unter dem Namen Theophrasta Jussiaei beschrieb und abbildete. Ob die betreffenden Exemplare getrocknete waren oder in dem Gewächshause von Lambert zu Boyton, dessen Lindley im Texte zu Tafel 1 Erwähnung thut, cultivirte, ist nicht angegeben. Die Linné'sche, resp. Plumier'sche Pflanze aber wies Lindley, dem Gesetze der Priorität entgegen sie ihres Gattungsnamens entkleidend, der Gattung Clavija zu, worin ihm nun die späteren Autoren folgten, jedoch ohne der Pflanze in dieser Gattung einen bestimmten Platz anzuweisen und indem sie nur zum Theile und nur frageweise, wie namentlich A. de Candolle, den Linné'schen Namen derselben als Synonym zu Clavija ornata Don, einer in Venezuela und Guiana einheimischen Art citirten.

Die hauptsächlichsten Differenzen der Lindley'schen Pflanze gegenüber der Plumier'schen bestehen, wenn wir uns vorzugsweise an die betreffenden Figuren halten, welche verlässiger zu sein scheinen als die begleitenden Worte, darin, dass die Blüthe nahezu 2 cm lang, ihre 5-lappige, „cylindrisch-glockige" Krone 3—4 mal so lang ist als der Kelch, mit Lappen von fast gleicher Länge wie die Kelchblätter, während demgemäss die Röhre, wenn wir mit Lindley den ganzen verwachsenblättrigen Theil der Krone so nennen und nicht bloss, wie diess von anderen Autoren gelegentlich gegeschehen zu sein scheint, den unteren, in dem Kelche steckenden und die Staubgefässe und Staminodien tragenden Theil derselben, fast dreimal so lang ist als der Kelch.

Ferner darin, dass die traubigen („subcorymbösen") Inflorescenzen sehr lockerblüthig sind, auf eine Länge von circa 10 cm nur 10—12 Blüthen (nach den Worten Lindley's sogar nur 5—6 Blüthen) auf mit den Blüthen gleich langen Stielen tragend. Die Pflanze Plumier's dagegen zeigt in dessen Darstellungen nur 1 cm lange Blüthen, von deren 5-lappiger, flach und fast schalenförmig glockiger Krone die Röhre und der Saum je nur eben so lang ist als der Kelch; ferner dicht mit kurz gestielten Blüthen besetzte traubige, 8—10 cm lange Inflorescenzen.

Diesen letzteren Verhältnissen entsprechen die Worte von Linné (ich citire nach der 6. Ausgabe der Genera, 1764, p. 84): „Corolla monopetala, campanulata, semiquinquefida, erecto-patula, laciniis et divisuris obtusis." Aber ebenso auch die Worte bei Jussieu: „Corolla campanulata, brevis, 5-loba, aequalis; — — flores inter folia conferto-corymbosi, terminales".

Wenn nun Lindley, der ja sicher Recht hatte, seine nur „1—2' hohe" Pflanze, für welche er die oben p. 225 erwähnte Bezeichnung „arbuscula" bei Jussieu für passender hielt, als für die Pflanze Plumier's, in welcher er nach des letzteren Angaben „caudex Palmae nudus, simplicissimus, apice frondosus" (Ic. Plum. p. 119) geradezu einen Baum mit dem einfachen Stamme einer Palme vermuthete, für verschieden von der Pflanze Plumier's zu halten, die Eigenthümlichkeiten seiner Pflanze in den von Jussieu angegebenen Charakteren wiederzufinden glaubte, worin ihn, wie er sagt, von Desfontaines erhaltene, mit denen im Hb. Jussieu übereinstimmende Exemplare (Poiteau's?) bestärkten, so sieht man deutlich, dass dabei namentlich der schon früher, p. 225, angeführte Zusatz Jussieu's bezüglich der „spinulae . . . caducae" wirksam gewesen ist, neben den vielleicht von der einen Seite nicht gut gewählten, von der anderen Seite missdeuteten und wohl weniger auf die einzelne Inflorescenz als

auf die gesammte Gruppirung derselben an der die Blattkrone nur wenig überragenden Stengelspitze zu beziehenden, soeben angeführten Worten Jussieu's hinsichtlich der Stellung der Blüthen.

Ich lasse das letztere Moment auf sich beruhen, da das erstere, in den sogenanten „spinulae" gelegene für die Erklärung der Auffassung Lindley's schon ausreicht, und wende mich der näheren Betrachtung eben dieses Momentes zu, welches für die Auffassung der Arten von Theophrasta auch bei Decaisne und anderen Autoren eine grosse, aber, wie sich zeigen wird, übertriebene Rolle spielte.

Dass bei Lindley die in Rede stehenden, zuerst von Jussieu erwähnten „spinulae" sehr in's Gewicht fielen, geht aus seiner Darstellung unzweifelhaft hervor. Lindley zeichnet nämlich deutlich, ohne davon zu sprechen, über den Blättern — um an Jussieu's Ausdruck anzuknüpfen — über den Axeln der Blätter solche „spinulae", welche, wie das Decaisne in dem Schlusssatze seiner schon erwähnten Abhandlung bereits angedeutet hat, nichts anderes sind als mit den etagenweise auftretenden, nahezu in Wirtel zusammengedrängten Blättern absatzweise wechselnde, dem neuen Triebe als unterste Blätter angehörige, schuppenförmige, pfriemliche Niederblätter (ähnlich wie bei Talisia oder Cycas). Weiter zeigt sich in der Darstellung Lindley's unmittelbar unter den Blättern eine 2 cm lange derartige „spina", die er als „stipula? acerosa, subulata, decidua, intermedia" bezeichnet. Endlich zeigen sich ebenda die Narben abgefallener solcher „spinae" in grösserer Anzahl. Die Beobachtung dieser „spinae" hat ihn auch wohl veranlasst, die Theophrasta americana Sw. „non L.", für welche Swartz ebenfalls einen „caulis 1—2-pedalis spinosus" angegeben hat, auf seine Pflanze zu beziehen, obwohl Swartz der Krone nur eine kurze Röhre, einen „tubus longitudine calicis, campanulatus" zuschreibt, was

Lindley vielleicht nur auf den unteren Theil des Tubus (nach dem oben, p. 227, Gesagten) beziehen zu dürfen glaubte, oder was er vielleicht, wie wahrscheinlich auch die Angaben Jussieu's über die Blumenkrone, als eine aus dem Gattungscharakter Linné's herübergenommene, oder diesem doch mehr als der betreffenden Pflanze angepasste Ausdrucksweise angesehen hat.

Was die erwähnten von Desfontaines an Lindley mitgetheilten Exemplare betrifft, so bemerke ich nebenbei, dass Decaisne in seiner Besprechung der Theophrasta Jussiaei Lindl. für das Herb. Jussieu nur Exemplare von Poiteau erwähnt, welche, wie schon angeführt, erst nach dem Erscheinen von Jussieu's Gen. Plant. in das Herbar gelangt sein können; ferner, dass Decaisne a. a. O. p. 140 die Anschauung vertritt, Jussieu habe, wie Linné, nur die Plumier'sche Pflanze im Auge gehabt, und Lindley sei desshalb erst als der eigentliche Autor der Gattung Theophrasta zu betrachten. Diese letztere Frage wird bedeutungslos, wenn es mir, wie ich hoffe, gelingt, darzuthun, dass die Plumier'sche Pflanze nicht, wie Lindley und seine Nachfolger annahmen, generisch von der Theophrasta Jussiaei Lindl. verschieden sei, und dass desshalb die Autorschaft der Gattung Theophrasta, wie ursprünglich, Linné zuzuschreiben ist; dann ist es auch gleichgiltig, ob Jussieu ausser der Plumier'schen Pflanze bei der Abfassung der Gen. Plant. noch eine andere Art im Auge gehabt habe oder nicht, denn das Epitheton „Jussiaei" konnte auch in dem letzteren Falle von Lindley für seine neue Theophrasta-Art gewählt werden.

Nur um desswillen wäre es — und damit komme ich auf die in Rede stehenden „spinulae" zurück — wünschenswerth, Sicherheit über das, worauf Jussieu sich stützte, zu gewinnen, um zu erfahren, ob die Angabe Jussieu's über die „spinulae . . . . caducae" auf die Plumier'sche Pflanze

sich beziehe oder nicht, resp. ob sie aus dem Plumier'schen Manuscripte entnommen sei oder nicht. Das mögen diejenigen eruiren, welchen dieses Manuscript zugänglich ist; von sehr grossem Belange für das Folgende ist die Sache nicht.

Es ist nämlich bei der aus dem Späteren sich ergebenden generischen Zusammengehörigkeit der Plumier'schen mit der Lindley'schen Pflanze im höchsten Masse wahrscheinlich, dass auch der ersteren ähnlich gestaltete, dornenartige Niederblätter zukommen. Diese Wahrscheinlichkeit wird weiter bei der nahen Verwandtschaft von Theophrasta und Clavija noch besonders sichergestellt durch die an einer lebenden Clavija gemachte Beobachtung, dass solche dornenartige Niederblätter selbst den Clavijaarten nicht fremd sind, bei welchen sie nur an Grösse denen der Theophrastaarten nachstehen und durch früheres Abfallen leicht sich der Wahrnehmung zu entziehen scheinen. Uebrigens hat sie wenigstens Jacquin bei Cl. ornata (seiner Theophrasta longifolia) bereits gesehen und in deren Abbildung (Hort. Schönbrunn. I, t. 116) zur Darstellung gebracht. Er bezeichnet sie als „stipulae subulatae parvae et deciduae", welchen Ausdruck Miquel in der Fl. Bras. X, p. 274 treffend durch das Wort „perulae" interpretirt. Ja noch mehr. Auch den übrigen Theophrasteen, zunächst den Jacquiniaarten kommen, wie mir ebenso lebendes wie getrocknetes Material zeigt, solche dornenartige Niederblätter sowohl an den Endknospen als an den Achselknospen zu, und bei Deherainia smaragdina Decaisne finden sich ähnliche, aber zum Theile schon deutlicher blattartige Gebilde sowohl an den Enden (d. i. an den Terminalknospen) der Triebe, als längs der entwickelten, 2—12 cm langen Axenstücke zwischen den etagenweise auftretenden, wirtelartig zusammengedrängten Laubblättern in theilweise über 1 cm, theilweise kaum 0,5 cm betragenden Abständen, so dass auf ein Axenstück von 8 cm Länge nach directer Zählung gelegentlich deren

12 treffen. Sie sind natürlich nur an den jüngsten Trieben sicher zu finden, da sie bald abfallen. Auch an solchen Trieben sind sie übrigens unter der Haarbekleidung mehr oder weniger verborgen.

Ich könnte zur Erhärtung der Wahrscheinlichkeit, dass auch der Pflanze von Plumier die in Rede stehenden „Dornen" zukommen, noch auf die Abbildung derselben in Lamarck Ill. Gen. t. 119 hinweisen. Doch unterlasse ich das, da ich nicht weiss, ob diese Abbildung ausschliesslich auf den Handzeichnungen Plumier's fusst, oder ob sie eine Combination aus diesen Zeichnungen und dem von Lamarck seiner Angabe nach (sieh Encycl. II, 1790, p. 99) gesehenen, getrockneten, sterilen Exemplare ist, welches möglicherweise wieder zu Theophrasta Jussiaei gehört haben kann. Ich möchte die in Rede stehende Wahrscheinlichkeit aber auch nicht als durch den Umstand abgeschwächt ansehen, dass Plumier nicht ausdrücklich von „Dornen" spricht. Dieselben mögen sich auch bei Arten von Theophrasta gelegentlich durch früheres Abfallen (wie bei Clavija) der Aufmerksamkeit entziehen. Haben sich doch auch die der Theophrasta Jussiaei in der Zeichnung von Lindley der Aufmerksamkeit von Decaisne entzogen, welcher dieser Art einen „truncus inermis" zuschreibt, und eine von ihm unter dem Namen Theophrasta densiflora aufgestellte, schon erwähnte weitere Art, welcher die von Hooker in Bot. Mag. tab. 4239 (1846) unter der Bezeichnung Theophrasta Jussiaei gegebene Abbildung einer auch aus S. Domingo herrührenden Pflanze mit ziemlich langen und reichlichen solchen „Dornen" zu Grunde liegt, hauptsächlich durch den „truncus spinosus" unterscheidet. Dieser Charakter veranlasste ihn auch, auf eben diese Pflanze die als Theophrasta americana in Swartz Obs., 1791, p. 58 beschriebene Pflanze aus S. Domingo, obwohl hier nur von „spinae parvae" die Rede ist, zu beziehen, wie weiter die

Theophrasta Henrici G. Hamilton Prodr. Fl. Ind. occid. 1825, p. 27 (wenn auch nicht mit genügender Bestimmtheit, um diesen Namen als giltigen in Gebrauch zu nehmen, was bei dem Umstande, dass dieselbe vielleicht mit den durch Hamilton an Lambert gelangten Exemplaren der Theophrasta Jussiaei Lindley's identisch ist, sicher gerechtfertiget erscheint) und wie endlich auch eine von de Vriese in Hort. Spaarnberg. p. 73, tab. 2 dargestellte Pflanze. Es sind mir für diese letzteren beiden Pflanzen die Originalmittheilungen nicht zur Hand, und ich lasse sie desshalb auf sich beruhen. Für die von Swartz beschriebene Pflanze aber neige ich mich der Ansicht zu, dass sie weder, wie Decaisne annimmt, mit dessen Theophrasta densiflora zusammenfalle, noch wie Lindley wollte, mit der Theophrasta Jussiaei Lindl., sondern dass sie vielmehr die ächte Theophrasta americana L. sei, worauf ich zurückkommen werde. Einer letzten Pflanze endlich, welche Decaisne unter dem Namen Theophrasta fusca nach einer im Pariser Garten unter dem irrigen Namen Th. Jussiaei Lindl. seit langem cultivirten Pflanze unbekannter Herkunft aufgestellt hat, schreibt derselbe wieder einen „truncus inermis" zu. Dieselbe scheint näher als die Th. Jussiaei Lindl. und die Th. densiflora Decaisne mit Theophr. americana L. verwandt, ja vielleicht gar damit identisch zu sein. Auch auf sie werde ich zurückkommen.

Ich füge im Anschlusse an die oben erwähnten Pflanzen noch hinzu, dass nach Lamarck Enc. II, 1790, p. 99 auch die unter dem Namen „Grand Coquemollier" von Nicolson für S. Domingo erwähnte Pflanze, welche Poiret im Suppl. II, 1811, p. 346 frageweise und wohl mit Unrecht zu Th. longifolia Jacq., i. e. Clavija ornata Don, bezogen hat, zu Theophrasta zu gehören scheint, dass aber diese Annahme auf sich beruhen muss.

So glaube ich, wie es für den geschichtlichen Ueber-

blick über die Gattung Theophrasta nothwendig war, alles, was wirklich zu Theophrasta L. gehört, erwähnt und zum Theile bereits gesichtet zu haben und kann nun dazu übergehen, auf Grund der mir vorliegenden Materialien diese Sichtung weiter fortzuführen und namentlich die Plumier'sche Pflanze, als Grundlage der Gattung Theophrasta wieder in ihr Recht einzusetzen.

Nur auf das eine will ich gleich noch hier aufmerksam machen, dass alle die erwähnten Materialien von Theophrasta, soweit ihre Herkunft bekannt ist, aus S. Domingo stammen, oder, wenn ich gleich noch ein von Humboldt gesammeltes, Kunth unbekannt gebliebenes Exemplar der Th. Jussiaei Lindley, im Hb. Willdenow unter Nro. 3549 enthalten und mit der Collectionsnummer 3819 versehen, hier anreihe, welches eben dieser Collectionsnummer nach aus Cuba herrühren dürfte, doch alle aus den Antillen stammen, auf welche das Vorkommen von Theophrasta beschränkt zu sein scheint, während andererseits die Arten von Clavija, wie sich später darstellen wird, nur über das südamericanische und mittelamericanische Festland — Brasilien, Guiana, Venezuela, Peru, Neu-Granada und Costarica — verbreitet zu sein scheinen, ohne auf die westindischen Inseln, abgesehen von Trinidad, hinüberzugreifen. Schon das weist darauf hin, dass Plumier's Pflanze keine Clavija sei und nur mit Unrecht von Lindley und Anderen dieser Gattung zugewiesen worden sein kann.

Entscheidend für die Auffassung der Gattung Theophrasta, oder mit anderen Worten für die soeben wieder hervorgehobene Frage, ob die Plumier'sche Grundlage von Theophrasta L. mit Recht oder Unrecht der Gattung Clavija R. & P. zugewiesen worden sei, ist meiner Meinung nach das schon erwähnte Material von

Bertero im Münchener Herbare. aus der Inflorescenz und dem Blatte einer Pflanze aus S. Domingo bestehend.

Die Inflorescenz ist nur 3,5 cm. lang, aber mit etwa 35 Blüthen im Knospenzustande besetzt, von denen die unteren soweit entwickelt sind, dass die dunkelbraune Blumenkrone zwischen den heller gefärbten Kelchtheilen eben hervorzutreten beginnt. Die Inflorescenz ist traubenförmig, die Rhachis gefurcht, mit rostbraunem Filze bedeckt und mit pfriemlichen Deckblättern besetzt, von denen die unteren 4 mm lang, dunckler gefärbt und in eine fast stechende, schwärzlich gefärbte Spitze verschmälert sind, während die oberen, etwas kürzeren, durch ihre hellere Färbung den Kelchblättern gleichkommen und wie diese etwas gefranste Ränder besitzen, welche an der Spitze rascher in eine Art Mucro zusammenlaufen. Die Blüthenstiele sind etwas kürzer als die zugehörigen Bracteen, mit diesen nach aufwärts gekrümmt, nackt (ohne Bracteolen) und nur an der Basis noch deutlich behaart. Die der Entfaltung nahen Blüthenknospen sind 3 mm lang, 2,5 mm breit. Der Kelch ist fast bis an die Basis in 5 imbricirte, eiförmige, stumpfliche, an dem Rande dünnere und etwas fransige Lappen gespalten, welche auf der ganzen Rückenfläche mit erhabenen helleren Pünktchen — Spaltöffnungen und Drüsen — besetzt sind. Die Krone, welche nach ihrer Ausbreitung im aufgeweichten Zustande zu flachglockenförmiger Gestalt hinneigt, ist bis zu ihrem unteren Drittheile 5-theilig; die Theile sind in ihrer unteren Hälfte von geraden Rändern begrenzt, in ihrer oberen Hälfte zu halbkreisförmigen, mit ihren Rändern über einander greifenden Endstücken verbreitert und stellen so gleichsam in breite Stiele verschmälerte Lappen dar, wie es in ganz ähnlicher Weise die Figuren in Plumier Nov. Gen. tab. 25 zeigen. Vergleicht man diese äusserst characteristische Gestaltung der Blumenkrone mit der, wie sie für Theophrasta Jussiaei Lindley dargestellt hat, so würde die-

selbe sich hier erst ergeben, wenn man von den Buchten zwischen den Kronenlappen aus die Röhre sich noch auf eine den Lappen selbst an Länge gleichkommende Strecke durch gerade nach unten fortlaufende Trennungslinien gespalten denken würde. Die Röhre der Blumenkrone, welche das untere Drittel derselben ausmacht, sich später aber vielleicht im Verhältniss zu den Lappen stärker strecken mag, ist innen auf halber Höhe besetzt mit einer niederen, nur bis an den oberen Rand reichenden, ringförmigen sogenannten Corona, welche nur wenig über ihrem Grunde in 5 breite, sich seitlich berührende, abgerundete, innen concave, mit den Blumenkronentheilen alternirende Lappen gespalten ist. Unter der Vereinigungsstelle dieser Corona mit der Blumenkronenröhre finden sich, und zwar gleichsam von dem unteren Rande der Röhre entspringend, 5 Staubgefässe vor den Blumenkronenlappen inserirt, mit sehr kurzen Filamenten und auswärts gekehrten Antheren, deren nach oben sich verjüngende Hälften der ganzen Länge nach durch eine Verbreiterung des Connectives getrennt sind. Das Connectiv ist in eine zungenförmige Spitze über die Antherenfächer hinaus vorgezogen, worin nach Miquel (Fl. bras. X, 1856, p. 274) der Hauptunterschied zwischen Theophrasta und Clavija gelegen ist, bei welch letzterer Gattung das Connectiv sich nicht über die Antherenhälften hinaus verlängert und stumpf endiget. Ueber das Pistill ist Weiteres nicht anzuführen, als dass es die bekannte Structur und Gestalt eines Primulaceen-Pistilles besitzt.

Sieht man mit Miquel den Hauptunterschied von Theophrasta und Clavija, wie eben erwähnt, in der Gestalt der Antheren, so ergibt sich aus dem Gesagten zweierlei: erstens, dass die in Rede stehende Pflanze eine Theophrasta sei, und zweitens, dass, da sie sehr vollkommen und mehr als andere Theophrasta-Arten der Darstellung von Plumier für die nachmalige Theophrasta americana L. entspricht,

diese mit ihr wohl identisch ist, woraus nun weiter folgt, dass die Theophrasta americana L. mit Unrecht von Lindley und Anderen zur Gattung Clavija verwiesen worden ist. —

Es ist aber ausser den Antheren noch ein anderes Moment vorhanden, welches die Pflanze von Bertero — trotz ihrer verhältnissmässig kleinen, flach glockenförmigen Blumenkrone — als näher mit Theophrasta Jussiaei — trotz deren verhältnissmässig grosser, röhrig-glockiger Blumenkrone — verwandt erscheinen lässt, denn mit irgend einer Art von Clavija, und das ist die Structur des Blattes, also ein um so werthvolleres Merkmal, als es auch an der nicht blühenden Pflanze stets zu finden ist, so dass in Zukunft mit Hilfe der anatomischen Methode diese beiden, bisher so häufig mit einander vermengten Gattungen leicht aus einander gehalten werden können, und zwar auch für Arten und Exemplare, von denen die Blüthen noch nicht bekannt geworden sind.[1])

Bei diesen beiden Gattungen und nicht bloss bei

---

1) Ebenso ist es die anatomische Methode, welche einen vollkommen sicheren Anhaltspunkt liefert, um die lange Zeit als Theophrasta imperialis bezeichnete und als solche über alle Gärten verbreitete Pflanze als das zu erkennen, was sie wirklich ist, als eine Angehörige der Familie der Sapotaceen nämlich, in welcher ihr Bentham (B. H. Gen. II, 1876, p. 649, 651, 653) unter dem Namen Chrysophyllum imperiale (l. c. p. 651) den rechten Platz angewiesen hat, unter Bestätigung durch Decaisne (a. o. a. O. 1876, p. 143, Anmerkung) auf Grund der von Glaziou ihm zugekommenen Mittheilung über das mit anderen Arten der Gattung Chrysophyllum (hinsichtlich der Ganzrandigkeit und der goldglänzenden Behaarung) übereinstimmende Verhalten der Blätter bei älteren Individuen.

Dieser Anhaltspunkt besteht hier in den charakteristischen Milchsaftzellen der Sapotaceen, welche bei Chrysophyllum imperiale in Rinde und Blatt reichlich zu finden sind und ihre Gegenwart schon bei Verletzung dieser Theile durch das Ausfliessen des in ihnen enthaltenen Milchsaftes zu erkennen geben.

diesen, sondern auch bei den anderen beiden Theophrasteen-Gattungen Deherainia und Jacquinia, finden sich, wie theilweise schon Vesque (Les tissus etc. in Nouv. Arch. d. Mus. d'Hist. nat., 2. ser., IV, 1881, p. 21; L'éspèce etc. in Ann. Scienc. nat., 6. ser., XIII, 1882, p. 39; Caractères des Gamopetales etc. in Ann. Scienc. nat., 7. ser., I, 1885, p. 250 sqq.) erwähnt hat, unter der Epidermis auf beiden Blattseiten Sklerenchymfasern, welche bei den ersteren beiden Gattungen, um die es sich hier zunächst handelt, ungefähr in der Richtung der Seitennerven verlaufen, und am trockenen Blatte so deutlich hervortreten, dass sie ebenso A. de Candolle wie Decaisne schon aufgefallen sind. Der erstere bezeichnete dieselben (l. c. p. 146) bei Theophrasta als „venae creberrimae subpellucidae parallelae", der letztere (l. c. p. 145) bei Clavija als „fibres libériennes indépendantes de la réticulation". Diese Fasern nun zeigen ein wesentlich anderes Verhalten bei Theophrasta als bei Clavija und wieder ein anderes bei Deherainia und bei Jacquinia.

Bei Theophrasta sind dieselben dickwandig, englumig und in starke Bündel zusammengedrängt, welche auf dem Querschnitte annähernd quadratische Gestalt besitzen, mit 6—8 und auch mehr Fasern für die Quadratseite, also aus 36—64 und mehr Fasern bestehend. Diese Bündel verlaufen geschlängelt, etwa wie die Bastfaserbündel im Lindenbaste, anastomosirend und Maschenräume zwischen sich fassend, welche, wie die Maschenräume im Lindenbaste von den Markstrahlen, so hier von dem an diesen Stellen mit der Epidermis in unmittelbarem Zusammenhange stehenden Zellen des grünen Blattparenchymes ausgefüllt sind. Am lebenden Blatte machen sich diese Bündel äusserlich kaum bemerkbar; am getrockneten Blatte aber springen sie nach aussen etwas vor und verleihen dadurch namentlich der oberen Blattfläche einen eigenthümlichen, bald stärkeren, bald schwächeren Atlasglanz; zugleich verhindern sie ein deutliches Hervor-

treten des Venennetzes, welches die in der Mittelebene des Blattes verlaufenden feineren Gefässbündel bilden. Diese stehen da, wo ihre Richtung mit jener der Faserbündel übereinstimmt, in directem Zusammenhange mit den letzteren, keineswegs aber sind die letzteren selbst als Gefässbündel aufzufassen, wie das von A. de Candolle in den mit Recht in den Gattungscharakter aufgenommenen Worten „venis creberrimis subpellucidis parallelis" geschehen ist. An die Stelle dieser Worte ist in Benth. Hook. Gen. der weit weniger geeignete Ausdruck „folia . . reticulatim nervosa" getreten und bei Decaisne die Angabe „folia . . . reticulatim nervosa, in sicco et sub lente tenuissime rugulosa", welche in ihrem ersten Theile auch wieder die in Rede stehenden Faserbündel nicht deutlich von den darunter gelegenen Gefässbündeln unterscheidet.

Bei den Clavija-Arten dagegen sind diese Fasern weniger dickwandig und mit weiterem Lumen versehen, meist nur in doppelter Lage vorhanden und von dem benachbarten Gewebe auch am trockenen Blatte desshalb weniger deutlich geschieden, weil hier unter der Epidermis, wenigstens der oberen Blattseite, nicht selten eine Schichte gleichsinnig gestreckter, also auch etwas faserartiger, aber doch verhältnissmässig dünnwandiger Hypodermzellen sich findet.

Zwischen solchen Hypodermzellen können die in Rede stehenden Sklerenchymfasern bei Untersuchung des getrockneten Blattes mittelst der Lupe so zurücktreten, dass sie zu fehlen scheinen, während sie bei anderen Arten unter der Lupe deutlich wahrgenommen werden, ein Unterschied, auf welchen schon Decaisne (a. a. O., p. 145) aufmerksam gemacht hat, ohne ihn jedoch genügend aufzuklären. Diese Fasern erscheinen stets lockerer gelagert als bei den Arten von Theophrasta, und was den Hauptunterschied für das Aussehen des getrockneten Blattes bedingt, sie hindern nicht das deutliche Hervortreten des Venennetzes und treten ihrer-

seits nie deutlich genug hervor, um einen atlasähnlichen Glanz des Blattes zu veranlassen. Zugleich stellen sie sich, da sie das grüne Blattgewebe nicht in entsprechendem Masse verdrängen, auch nicht als durchscheinende Linien dar, während das bei Theophrasta, wie schon A. de Candolle in den Worten „venae . . . subpellucidae" hervorgehoben hat, stets mehr oder weniger der Fall ist. Auf das besondere, wechselnde Verhalten dieser Sklerenchymfasern, wie es bei verschiedenen Arten der Gattung Clavija zu beobachten ist, will ich aus dem Grunde nicht näher eingehen, weil mir ein einigermassen erkleckliches Material aus dieser Gattung nicht vorliegt. Es mag einem künftigen Monographen der Gattung überlassen bleiben, diese Unterschiede für das System nutzbar zu machen. Mir muss es genügen, auf dieselben hier hingewiesen zu haben und die Unterscheidung der Gattungen Clavija und Theophrasta, auf die es mir hier ankommt, durch die Hervorhebung der in Rede stehenden anatomischen Momente gesichert zu haben. Dabei bleibt es eine von dem Gesagten unabhängige Frage, ob man etwa die in der Blüthe und in der Blattanatomie vorhandenen Unterschiede als nicht erheblich genug betrachten will für die Trennung der in Rede stehenden beiden Gattungen, eine Frage, auf welche ich hier nicht näher eingehen will, da das allgemeine Bestreben bisher auf die Auseinanderhaltung der beiden Gattungen gerichtet war.

Bei Deherainia und Jacquinia weiter, um auch für diese Gattungen das Verhalten der Faserzellen, welche für alle Theophrasteen-Gattungen ein gemeinsames Merkmal darstellen, im Anschlusse an das Vorausgehende kurz hervorzuheben, zeigen dieselben abermals gewisse Besonderheiten.

Bei Deherainia sind dieselben an der Oberseite des Blattes ziemlich weit von einander entfernt und zu mehreren über einander in einfacher, seltener in doppelter Reihe an-

geordnet, zu grösseren Bündeln dagegen an der unteren Blattseite gruppirt. Ihr Verlauf entspricht auch hier annähernd dem der grösseren Seitennerven.

Bei Jacquinia endlich nähert sich ihre Richtung mehr der des Mittelnerven des Blattes. Bei einigen Arten (J. ruscifolia Jacq., J. aurantiaca Ait.) bilden sie an der oberen Blattseite eine continuirliche, einfache oder stellenweise doppelte bis 3-fache subepidermale Lage; bei anderen dagegen (J. armillaris Jacq., J. Berterii Spr.) grössere Bündel, fast wie bei Theophrasta. An der unteren Blattseite sind sie ähnlich wie bei Deherainia, stets in grössere isolirte Bündel geordnet. Es wird die Berücksichtigung dieser Verhältnisse bei einer künftigen Sichtung der Arten von Jacquinia wesentliche Dienste leisten.

Von einer weiteren anatomischen Eigenthümlichkeit, welche allen Theophrasteen-Gattungen zukommt und auch ausserdem in der Familie der Myrsineen sich findet, in besonders gestalteten, in die Epidermis eingesenkten Drüsen bestehend, welche ich kurzweg als Theophrasteendrüsen bezeichnen will, soll, da ihr Fehlen bei der Gattung Reptonia mir die erste Veranlassung gab, diese Gattung als nicht wirklich zu den Theophrasteen gehörig anzusehen, bei der Ueberführung dieser Gattung an die richtige Stelle, in die Familie der Sapotaceen nämlich, am Schlusse dieser Abhandlung die Rede sein. Zugleich soll dort auch über eine zweite, durch eben dieses Moment zuerst als nicht zu den Theophrasteen gehörig erkannte Pflanze berichtet werden, welche nunmehr die Grundlage der neuen Solanaceen-Gattung Coeloneurum bildet.

Nebenbei mag hier noch bemerkt sein, dass in der Blattepidermis der Theophrasteen theilweise stäbchenförmige Krystalle von oxalsaurem Kalke auftreten (besonders deutlich bei Deherainia und für diese und Jacquinia ruscifolia schon von Vesque erwähnt — Les tissus etc., in

Nouv. Arch. Mus. d'Hist. nat., 2. ser., IV, 1881, p. 18; Caractères des Gamopetales etc. in Ann. Scienc. nat., 7. ser., I, 1885, p. 252, 253), und dass, wie ich an geöffneten Antheren von Deherainia und Jacquinia wahrnehmen konnte, über der gelbgefärbten Pollenmasse eine weisse, pulverige Masse auftritt, die ebenfalls aus oxalsauerem Kalke in spiessigen einzelnen oder zu strahligen Gruppen verbundenen Krystallen besteht.

Alle die für das Blatt von Theophrasta als charakteristisch bezeichneten Erscheinungen nun, welche ich zunächst an getrockneten Blättern von einer im Pariser Garten im Jahre 1839 in Cultur gewesenen Th. Jussiaei festgestellt habe, finden sich auch bei der Pflanze von Bertero und erhärten so den schon aus der Beschaffenheit der Staubgefässe gezogenen Schluss, dass diese Pflanze, mit welcher der Gattungsname Theophrasta vor allen anderen zu verknüpfen ist, da sie als die ächte Theophrasta americana L. sich darstellt, generisch zusammenfalle mit den von Lindley und Decaisne als Arten von Theophrasta betrachteten, oben p. 227, 232, 233 aufgeführten Pflanzen, von welchen im Folgenden rücksichtlich ihres Verhältnisses zu Th. americana noch etwas näher die Rede sein mag.

Unter den von Lindley und Decaisne als Arten von Theophrasta betrachteten Pflanzen steht, wie schon oben p. 233 bemerkt, die Theophrasta fusca Decaisne der Pflanze von Bertero, gemäss ihrer kurzen, nur „1 cm langen, krugförmig-glockigen Blumenkrone mit 5-lappiger Corona" sehr nahe, so nahe, dass man die Frage aufwerfen kann, ob sie nicht identisch damit sei. Doch lässt sich diese Frage, da die Angaben Decaisne's nicht genügend klar und vollständig sind, ja theilweise sogar unter einander in Widerspruch stehen, ohne Autopsie nicht mit Sicherheit

entscheiden, und so wird es gerathen sein, die Pflanze einstweilen als besondere Art zu registriren. Decaisne spricht nämlich das eine Mal von einem „cortex cinereus", das andere Mal von einem „cortex fuscus"; das eine Mal von einer „inflorescentia paniculata vel racemosa", das andere Mal nur von einer „inflorescentia racemosa"; er bezeichnet den Stamm als „foliis delapsis annulatim cicatrisatus", was wohl nur im Sinne von subverticillatim cicatrisatus zn nehmen ist, und die Blätter werden als „folia subintegra vel repando-denticulata vel valde spinosa" bezeichnet, welch letzterer Ausdruck wohl mit Wahrscheinlichkeit, aber nicht mit Sicherheit dornig gezähnte Blätter voraussetzen lässt. Weiter erwähnt er „pedicelli bracteolati", ohne vorher von Bracteen gesprochen zu haben, so dass man wieder nicht weiss, ob er diese, oder ob ob er wirkliche Bracteolen meint, welche bei der Pflanze von Bertero nicht vorhanden sind, welche aber gewissen Arten von Theophrasta, wie ich nach den Angaben von Lindley und der eigenen Beobachtung für Th. Jussiaei Lindl. gleich weiter zu erwähnen haben werde, sicherlich zukommen. Für die Inflorescenz fehlt endlich jede Andeutung darüber, ob sie behaart sei oder nicht.

Betrachten wir demnach Theophrasta fusca Decaisne als eine selbständige Art, so ergeben sich, unter Berücksichtigung seiner übrigen Aufstellungen bezüglich dieser Gattung, 4 Arten für dieselbe, welche 2, aus je 2 Arten bestehende Gruppen bilden, nämlich eine Gruppe solcher mit kurzer, schalenförmig-glockiger Blumenkrone (corolla brevi patellari-campanulata): Theophrasta americana L. und Th. fusca Decaisne, und eine Gruppe solcher mit langer, röhrig-glockenförmiger Blumenkrone (corolla longiore tubuloso-campanulata): Th. Jussiaei Lindl. und Th. densiflora Decaisne.

Zur erstgenannten Art, Theophrasta americana L.,

rechne ich ausser der die Grundlage derselben bildenden Eresia Plum. Nov. Gen., 1703, p. 8, t. 25 u. Burm. Jc. Plum., 1757, p. 119, t. 126, sowie der im Vorausgehenden besprochenen Pflanze von Bertero aus S. Domingo auch die als Th. americana in Swartz Obs., 1791, p. 59 beschriebene Pflanze[1]) mit kurzer Röhre der Blumenkrone, kleinen „Dornen", zahlreichen kurzen, gekrümmten Blüthenstielen und einfachem, 1—2' hohem, an der Spitze beblättertem Stengel „caudicis instar frondosi" (also übereinstimmend mit dem „caudex Palmae nudus, simplicissimus, apice frondosus" der Ic. Plum. l. c., für welchen sich bei der Vergrösserung des betreffenden Habitusbildes auf das Dreifache, wie es durch die daneben stehende Darstellung der Blätter in natürlicher Grösse angezeigt ist, eine Höhe von 24 Par. Zoll ergibt, also kaum die von Lamarck angegebene Höhe von 3—4' und sicherlich nicht die von Lindley dafür vorausgesetzte Höhe eines Baumes), welcher rostfarben-filzig ist, was dem Verhalten der Inflorescenzspindel bei der Pflanze von Bertero entspricht.

Theophrasta fusca Decaisne scheint wohl nur durch die theilweise ganzrandigen Blätter und die der Angabe Decaisne's nach, wenn dieselbe wörtlich zu nehmen ist, mit einer Bracteola versehenen Blüthenstiele von dieser Art verschieden zu sein, wenn, wie eben erörtert wurde, ihre Unterscheidung überhaupt aufrecht erhalten werden kann. Ob auf sie vielleicht die ebenfalls angeblich ganzrandige

1) Eine von Grisebach im Cat. Pl. Cub. 1866, p. 163 unter dem Namen „Th. americana Sw." aufgeführte Pflanze der Sammlung von Wright (n. 2916) dagegen scheint nach der Angabe „Pedunculis unifloris lateralibus, nec racemosis, a descriptione Miq. recedit" nicht zu Theophrasta, sondern zu der von Decaisne (a. a. O. p. 138, t. 12) neu aufgestellten Gattung Deherainia zu gehören, welche sich durch ihre einzeln stehenden, axillären Blüthen („flores axillares, solitarii, reflexi, virides") als eine besondere Gattung der Theophrasteen darstellt.

Blätter besitzende Pflanze zu beziehen ist, welche Nicolson als „Grand Coquemollier" bezeichnet hat und für welche er eine Höhe von 20' und darüber angibt, muss dahingestellt bleiben.

Von den Arten mit langer Blumenkrone besitzt Theophrasta Jussiaei Lindl., zu welcher vielleicht auch Th. Henrici Hamilt. zu rechnen ist, einen jedenfalls nur wenig „spinosen" Stamm (dessen kurze „spinulae" aber Decaisne, wie schon oben p. 232 erwähnt, in der Zeichnung von Lindley ganz übersehen hat) und der oben (p. 243) schon bestätigten Beschreibung und Zeichnung von Lindley nach (sieh dessen Fig. 1) in der Mitte mit einer Bracteola versehene Blüthenstiele, sowie stumpf endende (nicht wie bei der folgenden Art mit einem hornartigen Fortsatze versehene) Staminodien, oder, wie es gewöhnlich heisst, Lappen der „corona corollina". Decaisne hat wohl Unrecht, wenn er die allerdings etwas unbeholfene Darstellung der 5 Lappen dieser „corona" bei Lindley als fehlerhaft bezeichnet, und begeht vielmehr selbst einen Fehler, wenn er (l. c. p. 140, 142) der Pflanze nach den allem Anscheine nach wirklich hieher gehörenden Exemplaren von Poiteau eine „corona corollina annularis integra" zuschreibt und darin einen wesentlichen Unterschied gegenüber seiner Th. densiflora sieht. So, wie Decaisne die Sache beschrieben hat, stellt sie sich, wenn ich nach einem weiter oben p. 234 schon erwähnten Exemplare von Humboldt urtheilen darf, allerdings bei der Untersuchung getrockneter Blüthen auf den ersten Blick dar; ein näheres Zusehen zeigt aber, dass die ringförmige Gestalt der „corona" nur die Folge einer seitlichen Vereinigung der fleischigen Staminodien unter dem Einflusse des Pressens ist, und bei sorgfältiger Behandlung lassen sich dieselben unschwer wieder als gesonderte Lappen darstellen. Dabei ist es nicht unwahrscheinlich, dass hier, wie bei den Clavija-Arten, gewisse Abweichungen in dem Verhalten der Stami-

nodien, wie der Staubgefässe, vorkommen, je nachdem die Blüthe eine männliche oder weibliche ist. Diese Geschlechtsverschiedenheit, welche bei Theophrasta wohl ebenso gut wie bei Clavija vorhanden ist, und welche bei dieser nach der Beschreibung der Clavija Riedeliana von Regel (Ann. sc. nat., 4. ser., XII, 1859, p. 377) gelegentlich schon in der Kürze der weiblichen Inflorescenzen hervortritt, sowie, soviel ich an weiblichen Blüthen dieser Art gesehen habe, in dem Unverwachsenbleiben der Staubgefässe solcher Blüthen, hat bei den Autoren bisher, auch bei Clavija, obwohl für diese Gattung schon Ruiz und Pavon (1794), Desfontaines (1832) und A. de Candolle darauf aufmerksam gemacht haben, nicht die genügende Berücksichtigung erfahren, und mancherlei Differenzen in den Beschreibungen sind wohl zweifellos nur darauf zurückzuführen, dass bald männliche, bald weibliche Blüthen den Autoren vorgelegen haben.

Nicht unerwähnt will ich lassen, dass der Mittelnerv des Blattes an dessen Oberseite bei Th. Jussiaei stark verbreitert ist, schmal dagegen bei dem Blatte der Th. americana L. von Bertero. Es mag sich dieses Verhältniss als brauchbar zur Unterscheidung dieser Arten im sterilen Zustande erweisen.

Die andere Art mit langer Blumenkrone Theophrasta densiflora Decaisne (Th. Jussiaei, von Lindl., Hook. Bot. Mag., ao. 1846, tab. 4239) unter Ausschliessung der von Decaisne hieher gerechneten Theophrasta Henrici G. Hamilt. und Th. americana in Sw. Obs., von denen die erstere vielleicht eher zu Theophrasta Jussiaei, die letztere ziemlich sicher zu Theophrasta americana L. gehört, ist ausgezeichnet durch den im oberen Theile reichlich mit längeren, bis 12 und 15 mm langen, dornartigen Niederblättern besetzten (ungefähr 6 Fuss hohen) Stamm und durch die mit einem hornartigen Anhängsel an ihrer End-

fläche versehenen Staminodien (oder Lappen der „corona corollina"), in welchem Anhängsel nichts anderes als der den fertilen Staubgefässen eigene zungenförmige Fortsatz des Connectives zu sehen ist.

Wenn dieser Art von Decaisne eine Kronenröhre zugeschrieben wird, welche nur dem Kelche an Länge gleichkommt, so entspricht das keineswegs der Zeichnung von Hooker, wenn auch der Kelch hier etwas länger erscheint als bei Theophrasta Jussiaei. Es scheint die Angabe von Decaisne, der seinen Worten nach ja auch nur die Abbildung von Hooker und nicht die Pflanze selbst gesehen hat, lediglich dadurch entstanden zu sein, dass er in dieser Art die Pflanze von Swartz um der von Swartz hervorgehobenen, aber ausdrücklich, was auf die Hooker'sche Pflanze nicht passt, als „klein" bezeichneten „Dornen" willen sehen zu müssen geglaubt hat, was ihn dann veranlasste, auch die Worte „tubus (corollae) longitudine calycis" von Swartz, die nur auf dessen Pflanze, die Th. americana L., passen, als auf die Hooker'sche Pflanze passend anzusehen. Auch in anderen Stücken scheint Decaisne Deutungen, welche er ohne Autopsie der Pflanze, der Darstellung derselben entnehmen zu können glaubte, in zu bestimmter Weise zum Ausdrucke gebracht zu haben. So schreibt er der in Rede stehenden Th. densiflora eine „inflorescentia terminalis corymbiformis compacta ramulis 5—6-floris" zu, welcher Beschreibung nur die Zeichnung von Hooker und dessen Worte: „Flowers in corymbose racemes, terminal, collected into a head and sunk, as it were, in the hollow of the terminal mass of leaves" zu Grunde liegen können. Von Aesten der Inflorescenz mit 5—6 Blüthen ist aber hier nirgends etwas zu sehen oder zu lesen, und wenn man mit den Worten Hookers die Zeichnung und das, was über die Inflorescenzen der Theophrasta-Arten sonst bekannt ist, zusammenhält, so ergibt sich, dass es sich hier nicht um

einen verzweigten Corymbus, sondern nur um einfache Trauben handelt, welche in ihrer Gesammtheit eine ebenstraussartige oder selbst kopfförmige, den von dem obersten Blattkranze umrahmten schüsselförmigen Raum über dem Stammende ausfüllende Blüthenmenge bilden und welche andere Zweige als die gestielten Blüthen selbst zweifellos nicht besitzen.

Ich füge hinzu, dass die Blüthenstiele dieser Art nicht von einer Bracteole besetzt zu sein scheinen. Die Zeichnung und Beschreibung von Hooker lässt nichts dergleichen erkennen, und eine Blüthe aus dem Hb. de Candolle (von einer Pflanze aus dem Garten der Horticultural Society in London herrührend), welche mir nach den allerdings nur undeutlich mehr erhalten gebliebenen Hornfortsätzen der Staminodien hieher zu gehören scheint, lässt nichts von einer solchen Bracteole wahrnehmen, wie sie der Theophrasta Jussiaei zukommt. —

Fasse ich die im Vorausgehenden über die Charakterisirung und Unterscheidung der Gattung Theophrasta (gegenüber Clavija) und ihrer Arten Beigebrachte in üblicher Form kurz zusammen, so ergibt sich folgendes:

Theophrasta L. Gen. Ed. I, 1737, p. 45, cum syn. Eresia Plum. Nov. Gen., 1703, p. 8, t. 25; Juss. Gen. 1789, p. 150 c. nom. vulg. Coquemollier (s. Tu-te-moques, Nicols. Hist. de S. Domingue, 1776, p. 213); Lam. Encycl. II, 1790, p. 99; Swartz Obs., 1791, p. 58; Lindley Collectan. bot., 1821, tab. 26; Don in Edinb. New Philos. Journ., 1831, p. 234; A. DC. in Ann. Scienc. nat., 2. ser., XVI, p. 143; id. in Prodr. VIII, 1844, p. 145; Decaisne in Ann. Scienc. nat., 6. ser., III, 1876, p. 141 (seorsum impr. p. 4): Stirpes trunco simplici, floribus (ut in Clavija) dioicis?, a maximo affini Clavijae genere diversae antherarum connectivo apice in processum liguliformem producto et foliis robustioribus fibrorum sclerenchymaticorum fasciculis validis, nervis latera-

libus parallelis, venarum rete velantibus, sub epidermide utriusque paginae crebris percursis, siccis plus minus bombycinis.

Obs. In Clavija antherae truncatae, folia tenuiora, fibris subepidermalibus quidem instructa, sed teneris nec rete venarum occultantibus.

A. Corolla patellari-campanulata, parva, vix 1-cm longa, tubo calycem aequante.

1. Theophrasta americana L. Sp. Ed. I, 1753, p. 149 c. syn. Eresia foliis aquifolii longissimis Plum. (sphalmate Pluk.) N. Gen. p. 8; Lam. Encycl. II, 1790, p. 99 c. nom. vulg. „Le petit Coquemollier", Nicols. S. Dom. p. 213; (?) Sw. Obs., 1791, p. 59: Truncus 2—4-pedalis, subinermis, gemma tantum terminali lateralibusque katophyllis (perulis) squamiformibus spinescentibus parvis („spinulis" autor.) mox deciduis (t. Sw.) instructus; folia ex obovato-oblongo cuneata, spinose repando-dentata, nervo mediano angusto; racemi breves, multiflori (floribus 30—40), rhachi ferrugineo-tomentosa, pedicellis bractea brevioribus ebracteolatis; corollae lobi apice dilatati, rotundati; coronae corollinae lobi (staminodia) 5, obtusi, inappendiculati. — In Antillarum Insula S. Domingo leg. Plumier, Swartz, Bertero!

2. Theophrasta fusca Decaisne in Ann. Scienc. nat., 6. ser., III, 1876, p. 143: Truncus metralis, subinermis (ab auctore vix recte inermis dictus); folia lineari-spathulata, subintegra v. repando-denticulata v. valde spinosa; racemi caulini, angulati (tomentosi?), pedicellis (an re vera?) bracteolatis; corolla urceolato-campanulata; reliqua antecedentis, a qua vix vere diversa. — Habitat — ? Culta in hort. Paris. sub nomine „Theophrasta Jussiaei Hort.", non Lindl., nec Hook.[1])

---

1) Huc? „Grand Coquemollier" Nicols. (trunco 20-pedali foliis integerrimis), qui perperam (ut e patriae indicatione patet) ad Theophrastam longifoliam Jacq., i. e. Clavijam ornatam refertur a Poiret in Lam. Encycl. Suppl. II, 1811, p. 346 et a Röm. et. Schult. in Syst. IV, 1819, p. 187.

B. Corolla tubuloso-campanulata, elongata, 2 cm et ultra longa, tubo calyce duplo triplove longiore.

3. Theophrasta Jussiaei Lindl. Collect. bot., 1821, tab. 26 (? Th. Henrici Hamilt. Prodr. Fl. Ind. occ., 1825, p. 27): Truncus subinermis katophyllis spinescentibus parvis mox deciduis; folia ex obovato-oblongo cuneata, spinose repando-dentata, nervo mediano dilatato; racemi laxiflori, pedicellis flores aequantibus basi bracteatis nec non medio 1-bracteolatis; coronae corollinae lobi (staminodia) 5, truncati, inappendiculati. — S. Domingo: Lahaye (ex Dav. Don, qui ut videtur, verba tantum Jussiaei interpretatus est, — an recte?); Poiteau (teste Decaisne); G. Hamilton (ex Lindley); Eggers Flor. Ind. occid. exsicc. n. 1560! Cuba?: Humboldt n. 3819! (in Hb. Willd. n. 3549 in eadem plagula cum Clavija pungente).

Vulgo „Parocho" teste Lahaye ex Juss.

Huc (nisi ad sp. 1): „Petit Coquemollier" Nicolson l. c.

4. Theophrasta densiflora Decaisne l. c. p. 142, excl. excludend. (Th. Jussiaei, non Lindl., Hook. Bot. Mag., 1846, tab. 4239 excl. synon.; ? planta a de Vriese in Hort. Spaarnberg. p. 73, tab. 2 indicata; vix Th. Henrici G. Hamilt. l. c. et ne vix Th. americana Sw. Obs., a Decaisne huc ductae, ad alias vero species verosimiliter recensendae, ut supra indicatum): Truncus sub-6-pedalis, superne katophyllis spinescentibus circ. centrimetralibus armatus; folia oblongo vel sublineari-lanceolata, inaequaliter spinose repando-dentata; flores racemosi, insigniores, approximati, supra folia in turbam compactam corymbum mentientem aggregati, pedicellis nudis (?); coronae corollinae lobi (staminodia) 5, subfornicati, apice processu corniformi appendiculati. — S. Domingo, teste Hooker.

Ausgeschlossene Arten. Was die der Gattung Theophrasta ausser den eben angeführten gelegentlich noch weiter zugeschriebenen, aber auszuschliessenden Arten betrifft, so gehört die Mehrzahl davon anderen Theo-

phrasteen-Gattungen an, nämlich bis auf eine der Gattung Clavija, diese eine der Gattung Deherainia, während ein anderer Theil überhaupt nichts mit der Gruppe der Theophrasteen zu thun hat.

Ich mache die ersteren dieser Arten im Folgenden namhaft und ordne sodann die der Gattung Clavija angehörenden noch weiter einer chronologischen Uebersicht der aus der Literatur mir bekannt gewordenen Clavija-Arten ein, unter Beifügung entsprechender Bemerkungen; die Arten der letzteren Kategorie mit den auf sie bezüglichen Bemerkungen und namentlich mit der Deutung und Erläuterung von Theophrasta madagascariensis Willd. Hb. sollen den Schluss bilden.

Die auszuschliessenden Arten der ersteren Kategorie sind:

Theophrasta longifolia Jacq. 1790 = Clavija ornata Don 1831;
" macrophylla Link ed. R. et Schult., 1819 = C. macrophylla Mart. et Miq., 1856;
" pungens Willd. Hb. ed. R. et Schult., 1819, partim = C. pungens Decaisne, 1876;
" latifolia Willd. Hb. ed. R. et Sch., 1819 = C. latifolia Miq., 1856;
" serrata Hoffmsgg., 1826 = C. macrophylla Mart. et Miq., 1856;
" tetramera Mart. Hb. Fl. Bras., 1837? = C. macrophylla Mart. et Miq., 1856;
" integrifolia Pohl Herb. ed. Miq., 1856 = C. integrifolia Mart. et Miq., 1856;
" latifolia Hort. Schönbrunn., Hort. Petropolit. ed. Regel, 1859, ? Linden Catal. 1874 = C. Riedeliana Regel, 1859;
" macrophylla Hort. t. Decaisne, ? Linden Catal. 1874 = C. grandis Decaisne, 1876;

Theophrasta nobilis Linden Catal. 1874 = C. clavata Decaisne, 1876;
" regalis Hort. t. Decaisne, Linden Catal. 1874 = C. clavata Decaisne, 1876;
" Hookeri Linden Catal. 1874 = ?C. Hookeri A. DC., 1844;
" antioquensis Linden Catal. 1876 = C. antioquensis m.;
" Rodekiana Linden Catal. 1876 = C. Rodekiana Lind. & André, 1874;

endlich die allein nicht zu Clavija gehörige Theophrasta smaragdina Hort. Linden t. Decaisne, 1876 (Jacquinia s. Hort.) = Deherainia smaragdina Decaisne 1876.

Wahrscheinlich reihen sich an die zu Clavija gehörigen Arten auch die übrigen in den Catalogen von Linden (N. 91, 1874, p. 54, N. 95 etc.) unter dem Gattungsnamen Theophrasta aufgeführten und nicht schon hier oder anderwärts untergebrachten Pflanzen an, welche ich aber weder selbst gesehen noch irgendwo charakterisirt gefunden habe, nämlich:

Theophrasta angustifolia
" attenuata
" crassipes
" glauca
" minor
" Puruensis
" umbrosa.

Bezüglich der einen dieser Arten, Th. crassipes, hat (was in Just, Jahresb. für 1879, I, p. 210 ungenau berichtet ist) Cornu in den Comptes rendus, LXXXVIII, No. 12, 1879, p. 669 Anmerk. angeführt, dass dieselbe von den anderen Theophrasta-Arten dadurch verschieden sei, dass sie von Anguillula befallen werde. Eine andere, Th. umbrosa, ist wohl eins mit der von Vesque (Caractères des Gamo-

petales etc. in Ann. Scienc. nat., 7. ser., I, 1885, p. 250) aufgeführten Clavija umbrosa Rgl.

Eine chronologische Uebersicht nun der Clavija-Arten ist folgende:

1. Clavija macrocarpa R. et P. Syst. I, 1798 p. 284; Gen. tab. 30, ex Don; Don in Edinb. New. Phil. Journ. 1831, p. 235; A. DC. in Prodr. VIII, 1844, p. 148; Miq. in Fl. Brasil. X, 1856, p. 279.

2. C. longifolia R. et P. l. c.; Don l. c.; A. DC. l. c.; Miq. l. c.

3. C. spathulata R. et P. l. c. p. 285; Don l. c.; A. DC. l. c.; Miq. l. c. p. 278.

4. C. pendula R. et P. l. c. p. 285; Don l. c.; A. DC. l. c.; Miq. l. c. p. 279.

5. C. ornata Don l. c. 1831, p. 236 c. syn. Theoph. longifolia Jacq. Collect. IV, 1790, p. 136, Jacq. Hort. Schönbr. I, 1797, t. 116; A. DC. l. c. p. 147 exclus. syn. Plum. et Linn. (i. e. Theophrasta americana L.), nec non syn. Velloz. („Horta spinosa") et var. subintegra ex Miq., de quibus cfr. C. macrophylla et integrifolia; Miq. l. c. p. 274 exclus. syn. Plum. et Linn. nec non Theophrasta pung. Willd. (cf. n. 18); Bot. Regist., 1836, t. 1764; Bot. Mag., 1856, t. 4922; Griseb. Fl. Brit. W. Ind. Isl., 1859—64, p. 397 „Trinidad". — Clavija longifolia Hort. Par. ed. Desfontaines in Nouv. Ann. Mus. I, 1832, p. 402. — Var. coriacea A. DC. l. c.; Miq. l. c.

6. C. undulata Don l. c. 1831, p. 236 „Hb. Pavon"; A. DC. l. c.

7. C. lancifolia Desfont. Nouv. Ann. Mus. I, 1832, p. 402, t. 14; A. DC. l. c.; Miq. l. c. p. 278.

8. C. Hookeri A. DC. l. c. 1844, p. 148 cum syn. C. spathulata, non Don, Hook. Jc., 1837, t. 140; Miq. l. c. p. 279.

9. C. macrophylla Miq. l. c. 1856, p. 275 c. synonymis: Theophrasta macrophylla Link ed. Röm. et Schult. in Syst. IV,

1819, p. 187 („e gen. Theophrasta excludenda?" A. DC. l. c. p. 146); Horta spinosa Velloz. I, 1827, t. 124; ? Theophrasta serrata Hoffmsgg. 2. Verzeich., 1826, p. 218 („e gen. Theophrasta excludenda? an Clavija?" A. DC. l. c. p. 146); Theophrasta tetramera Mart. Hb. Fl. Bras.; – Bot. Mag. 1870 t. 5829 („? Cl. macrophylla Miq."). Perperam ad Theophrastam longifoliam Jacq. refertur in Spreng. Syst. I, 1825, p. 670.

10. C. caloneura Mart. et Miq. in Fl. Bras. X, 1856, p. 277.

11. C. latifolia Miq. l. c. 1856, p. 277 c. syn. Theophrasta l. Willd. Hb. ed. Röm. et Schult. in Syst. IV, 1819, p. 787, Spreng. Syst. I, 1825, p. 670 („e gen. Theophrasta exclud.? an Clavija?" A. Dec. l. c. p. 146).

12. C. integrifolia Miq. l. c., 1856, p. 277 cum synonymis: C. ornata Don var. subintegra (sphalm. „coriacea") A. DC. l. c.; ? Zacintha nutans Velloz. VII, 1827, t. 9.

13. C. sparsifolia Miq. l. c., 1856, p. 2.

14. C. Riedeliana Regel in Ann. Scienc. nat., 4. ser., XII, 1859, p. 377 c. syn. Theophrasta latifolia et Clavija brachybotrys Hort. Petrop., Theophrasta latifolia Hort. Schönbr. — Huc? Clavija latifolia Linden Catal. n. 91, 1874, p. 52; Theophrasta l. Linden ibidem p. 54.

15. C. Biborrana Oersted in Vidensk. Meddel., 1861, p. 117.

16. C. fulgens Hook. f. in Bot. Mag., 1867, t. 5626.

17. C. Rodekiana Linden et André in Illustr. hort. XXI, 1874, t. 188.

18. C. pungens Decaisne in Ann. Scienc. nat., 6. ser., III, 1876, p. 145; Theophrasta pungens Willd. Herb. ed. Röm. et Schult. in Syst. IV, 1819, p. 787, partim, Spreng. Syst. I, 1825, p. 671 partim, nempe quoad stirpem sterilem „foliis subpetiolatis" excl. vero stirpe florente „racemis laxis", coll. Humb. n. 3819, ad Theophrastam Jussiaei recensenda;

„e gen. Theophrasta exclud.?" A. DC. l. c. p. 146. Perperam ad „Cl. ornatam?" relata a Miq. l. c. p. 274.

19. C. grandis Decaisne l. c. 1876, p. 144 c. syn. Theophrasta macrophylla Hort., non Link, nec. Mart. et Miq. Huc? Theophrasta macrophylla Linden Cat. n. 91, 1874, p. 54.

20. C. clavata Decaisne l. c. 1876, p. 144 c. syn. Theophrasta nobilis Linden Cat. (l. c.), Theophrasta regalis Hort. (Linden l. c.)

21. C. antioquensis m.; Theophrasta antioquensis Linden Cat. n. 95, 1876, p. 12. — Culta in Hort. Monac.! Affinis C. ornatae Don.

22. C. spec. Hemsley in Biol. Centr.-Americ., Bot. II, 1881—1882, p. 294, „Sutton Hayes, Panama, Paraiso Station".

Dubiae, an huc pertineant, restant species sub nomine generico Theophrastae a Linden enumeratae in Catal. n. 91, 1874, p. 54 et partim repetitae in Cat. n. 95, 1875, p. 60, in Cat. n. 100, 1879, p. 26, in Cat. n. 101, 1880, p. 74 et in Cat. Societ. anonymae „l'Horticulture internationale" 1888—89, p. 66, quae sunt:

Theophrasta angustifolia;
„ attenuata;
„ crassipes (cf. supra p. 252);
„ glauca;
„ minor;
„ Puruensis;
„ umbrosa (Clavija u. Rgl.?, cf. supra p. 252).

Bezüglich einiger der hier aufgezählten Arten sind folgende Bemerkungen beizufügen:

Ad 5. Clavija ornata besitzt nach den im Hb. Willd. n. 3547 vorhandenen Materialien, von welchen nach den beigefügten Angaben ein isolirtes Blatt von Jacquin herzurühren scheint, und ein Stammstück mit zwei Blättern aus der Sammlung von Humboldt (n. 1142, „Caracas"), das

gleichmässigste und engmaschigste Venennetz von allen mir bekannt gewordenen Clavija-Arten, mit kaum 0,5 mm weiten Maschen. Das Gleiche zeigen Materialien aus dem Pariser Garten vom Jahre 1834 und solche des Münchener Gartens aus ungefähr der gleichen Zeit.

Ad 7. Blätter der Clavija lancifolia aus dem Pariser Garten, im Jahre 1834 in das Münchner Herbar gelangt, unterscheiden sich sehr deutlich von C. ornata durch den längeren Blattstiel, das fast gänzliche Fehlen der Dornzähne und durch ein gleichsam doppeltes Venennetz, mit weiteren, von stärkeren Venen gebildeten Maschen, in welchen sich engere, von feineren Venen gebildete finden. Diesen Blättern findet sich auch ein Blatt von C. ornata aus derselben Quelle beigemengt, und dieses scheint Miquel vorzugsweise beachtet und bei der folgenden demgemäss keineswegs vollgiltigen Bemerkung im Auge gehabt zu haben: Specimen siccum hoc nomine (C. lancifol. scil.) ex horto Parisino cum cl. Martio communicatum ad Cl. ornatam pertinet (Fl. Bras. X, 1856, p. 278).

Ad 9. Das Original der Clavija macrophylla im Hb. Link, welches nach Miquel von Sieber in der Provinz Pará gesammelt worden ist (sieh die Standortsangabe in der Flor. Bras. X, p. 276; „Prov. Pará: Sieber apud Hoffmannsegg et Link") besteht nur aus einem Blatte und isolirten, 15 cm langen Inflorescenzen mit zurückgeschlagenen, in Fruchtbildung übergegangenen Blüthen, auf deren Stellung schon Römer & Schultes aufmerksam gewesen sind. Das Blatt ist am unteren Ende, wie es der Färbung nach scheint, unmittelbar über seinem wohl nur kurzen Stiele abgebrochen und bis dahin dorniggezähnt, ferner mit weitmaschigem, unregelmässigem Venennetze versehen. Ob alle die Materialien, welche Miquel hierher bezogen hat, wirklich hieher gehören, erscheint zweifelhaft; namentlich gilt das hinsichtlich der von ihm selbst schon als „varietas modice acuminata"

bezeichneten Pflanze von Martius aus Santarem, welche nur sehr kurze weibliche Inflorescenzen und in den Stiel sehr allmälig verschmälerte, in diesem unteren Theile ganzrandige und nur in dem oberen breiteren Theile sehr weitschweifig gezähnte Blätter besitzt. Warum Miquel die Theophrasta serrata Hoffmsgg. nur fragweise hierher zieht, während er sie in der oben citirten Standortsangabe mit der Pflanze von Link identificirt, ist mir nicht ersichtlich. Heynhold hat im Nomenclator hortensis II, 1846, p. 726 die „Theophrasta serrata Hoffmsgg." mit der weiter unten (p. 260) anzuführenden Theophrasta serratifolia Hort. (Th. serrata vel serratifolia Catal. Cels., 1828, ex Colla l. infra cit.) identificirt und demgemäss auf Brexia spinosa aus Madagascar bezogen, was für die aus Brasilien stammende Pflanze sicher unrichtig ist. Sprengel vermengte die Pflanze von Link mit Theophrasta longifolia Jacq. und versetzte sie mit dieser nach Westindien, was in jedem Stücke verfehlt ist.

Ad 10. Clavija caloneura wurde wohl wegen der stark hervortretenden, grossen Bögen so genannt, in welchen am Blattrande die weit von einander abstehenden Seitennerven sich vereinigen. Auch das Venennetz tritt stärker hervor und ist mehr als bei irgend einer andern Art grobmaschig.

Ad 11. Bezüglich der aus der Sammlung von Humboldt (n. 1424, Hb. Willd. n. 3548) herrührenden Grundlage der Clavija latifolia hebt Sprengel richtig hervor, dass sie gestielte Blätter besitzt und aufrechte Inflorescenzen. Ich bemerke, dass die letzteren sehr kurz sind, wie bei C. Riedeliana und C. caloneura die weiblichen Inflorescenzen. Es scheint auch die Humboldt'sche Pflanze eine weibliche gewesen zu sein. Die unteren Blüthen, von welchen nur mehr der Kelch vorhanden ist, scheinen in abgefallene Früchte ausgebildet gewesen zu sein, die oberen sind

abgefallen. Ausgezeichnet ist die Pflanze weiter durch die fast ganz transversal gerichteten Seitennerven und eine etwas meergrüne Färbung der Blätter, welche einschliesslich des 3—4 cm langen Stieles bis 22 cm lang und 8,5 cm breit sind. In der Pariser Sammlung der Humboldt- und Bonpland'schen Pflanzen scheint diese Pflanze zu fehlen, da Kunth in deren Bearbeitung Vol. III, 1818, p. 453 selbst angibt, dass sie ihm unbekannt geblieben sei, wie auch Theophrasta pungens W.

Ad 12. Dass Miquel unter Clavija integrifolia als Synonym die C. ornata var. coriacea A. DC. (wie unter C. ornata selbst) statt der var. subintegra A. DC. nennt, ist wohl nur ein lapsus calami, ähnlich wie unter C. spathulata R. & P. das Citat A. DC. p. 235, statt Don p. 235.

Ad 13. Clavija sparsifolia, welche nach Miquel von Martius gesammelt wurde, fehlt auffallender Weise im Hb. Monacense, welchem die von Martius selbst gesammelten Materialien zugeflossen sind, während das Hb. Martius (jetzt in Brüssel) nur die von anderen für Martius später gesammelten Materialien enthält. Mitunter scheinen jedoch Verschiebungen vorgekommen zu sein.

Ad 14. Clavija Riedeliana hat sehr kurz gestielte Blätter von geringer Grösse mit einem Venennetze, welches dem von C. macrophylla ähnlich ist; weiter kurzbehaarte weibliche Inflorescenzen von sehr geringer Länge, wie schon Regel angegeben hat.

Ad 18. Unter „Theophrasta pungens" finden sich im Hb. Willdenow n. 3549 zweierlei Pflanzen auf einer Plagula befestigt, welche Sprengel und Andere, wie schon in der Uebersicht angedeutet, nicht unterschieden haben. Die eine derselben, aus einem Blatte und einer isolirten Inflorescenz bestehend, gehört zu Theophrasta Jussiaei Lindl., wie ich weiter oben schon angeführt habe. Auf sie bezieht

sich wohl allein die beigefügte Collectionsnummer 3819 von Humboldt, gemäss welcher sie auf Çuba gesammelt worden zu sein scheint. Die andere, welche allein unter Clavija pungens zu verstehen ist, stellt ein Stammstück mit 2 Blättern, aber ohne Blüthen dar, und zeichnet sich vor allen mir bekannt gewordenen Clavija-Arten durch stärkere Rigidität des Blattes aus, in welchem die Sklerenchymfasern zu stärkeren Bündeln als bei anderen Clavija-Arten ausgebildet sind, ohne jedoch das Hervortreten des Venennetzes, wie das bei den Theophrasta-Arten der Fall ist, zu hindern. Die dicht dornig gezähnten Blätter, welche eine Länge von 28 cm und eine Breite von 6 cm besitzen, sind deutlich gestielt, die Stiele aber kürzer als bei C. latifolia, nur gegen 2 cm lang, und seitlich im oberen Theile selbst auch noch mit Dornzähnchen besetzt. Auch für diese Pflanze, wie schon unter 11 bemerkt, gibt Kunth an, dass sie ihm unbekannt geblieben sei.

Ad. 21. Theophrasta antioquensis Linden ist nach dem Verhalten des im Münchener Garten befindlichen Exemplares derselben zweifellos eine Clavija. An dem Stämmchen derselben erhalten sich da und dort die 3—4 mm langen, dornartigen Niederblätter längere Zeit. Das fast ungestielte, nur mit einem Stiele von 6—7 mm versehene Blatt, welches 62 cm lang und 13 cm breit ist, zeichnet sich durch ein engmaschiges Venennetz aus, welches die Pflanze, ebenso wie der kurze Blattstiel und der dicht dornig gezähnte Blattrand, der C. ornata (resp. Theophrasta longifolia Jacq.) einigermassen ähnlich erscheinen lässt; das Venennetz ist übrigens nicht so gleichmässig wie bei C. ornata und die Seitennerven treten demselben gegenüber deutlicher hervor als bei C. ornata. Blüthen hat die Pflanze noch nicht entwickelt. —

Was die gar nicht zur Gruppe der Theophrasteen gehörigen Pflanzen betrifft, welche man gelegentlich als

Arten von Theophrasta bezeichnet hat, so führe ich sie im Folgenden in chronologischer Ordnung auf unter Voranstellung der bereits aufgeklärt gewesenen.

1. Theophrasta pinnata Jacq. Fragmenta 1800 – 1809, p. 49, t. 64, f. 2, t. 65, 66, von Oliver in Hook. Jc. t. 1769 (1888) als Talisia princeps bezeichnet, in den Gärten nicht selten unter den als Synonymen angeführten Namen Brownea princeps und B. erecta Lind. zu finden, (s. Otto in Allgem. Gartenzeit. v. Otto und Dietrich, XXIII, 1855, p. 147), auf deren letzteren schon Heynhold im Nomencl. hortens., II, 1846 p. 726 die Pflanze von Jacquin bezogen hat.

2. Th. cochinchinensis Spreng., Syst. Veg. I, 1825, p. 171, aus Oncinus cochinchinensis Lour. gebildet und von A. DC. (Prodr. VIII, 1844, p. 146) wieder als Oncinus cochinchinensis bezeichnet, welche Pflanze in Benth. Hook. Gen. II, p. 695 zu der Apocyneen-Gattung Melodinus Forst. gebracht wird.

3. Th. glycycarpa Spreng. (l. c.) aus Leonia glycycarpa Ruiz et Pav. gebildet, von A. DC. wieder als Leonia g. bezeichnet.

4. Th. serratifolia Hort. in Spreng. Syst. Veg. IV, 2, cur. post. 1827, p. 94, wie auch von Steudel und Heynhold als Brexia spinosa Lindley bezeichnet.

5. Th. serrata vel serratifolia Catal. Cels. 1828, p. 4 alibique ex Colla in Memor. Acad. di Torino XXXV, 1831, p. 151, 153, tab. III, das ist nach Colla a. a. O. Brexia spinosa Lindl. (sphalmate „serrata" a Colla dicta). Dieselbe ist nicht zu verwechseln mit Th. serrata Hoffmsgg., wie von Heynhold geschehen ist, s. ob. p. 257.

6. Th. imperialis Hort. (Regel Gartenfl. 1864, p. 323, t. 453, Linden Cat. n. 91, 1874, p. 54, E. André in Illustr. hort. XXI, 1874, p. 152, t. 184; Curatella imperialis Hort. ex André ibid. p. 77; Curatella speciosa Decaisne ex

André ibidem p. 152), von Bentham, wie schon oben (p. 237, Anmerk.) erwähnt, als Chrysophyllum imperiale bezeichnet.

7. Theophrasta sp., für die Samoa-Inseln angegeben von E. Betche in der Monatsschrift des Vereines zur Beförderung des Gartenbaues in den k. preussischen Staaten, Jahrg. XXIV, 1881, p. 29 (erwähnt in Just, Jahresb. f. 1881, II, p. 433). Dieselbe ist dem Vaterlande nach wohl sicher keine Theophrasta.

8. Endlich Th. madagascariensis Willd. Hb. ed. Röm. et Schult. in Syst. IV, 1819, p. 787, welche A. de Candolle (mit der Bemerkung „Ex patria non congener videtur. Th. Jussiaei specimen americanum in h. Desfont. *Madagascariense* scriptum apud cl. Webb. vidi. An error similis in h. Willd.?") unter den „spec. verisimiliter excludendis" aufgeführt hat (l. c. p. 146), für welche eine bestimmte Erklärung aber bisher noch nicht gegeben worden ist.

Der Wunsch, zu einer Erklärung der zuletzt genannten Theophrasta madagascariensis Willd. Hb. mittelst der anatomischen Methode zu gelangen, hat, wie schon eingangs erwähnt, die gegenwärtige Abhandlung veranlasst und hat sich bei deren Ausarbeitung auch vollständig erfüllt.

Ich kann die in Rede stehende Pflanze nach Einsichtnahme von dem Originale, welches nur in einem einzigen, wahrscheinlich aus einem Garten stammenden Blatte besteht, unter n. 3550 in dem Hb. Willd. enthalten, und hier eigentlich nicht als Theophrasta madagascariensis bezeichnet, sondern nur mit dem Gattungsnamen „Theophrasta" und darunter mit der Vaterlandsangabe „Madagascar" versehen, auf Grund der anatomischen Untersuchung dieses Blattes mit Sicherheit als zu derselben Pflanze, wie das für n. 4 u. 5 der eben erwähnten Pflanzen angegeben ist, nämlich zu Brexia spinosa Lindley (Bot. Reg. XI, 1826, tab. 872) gehörig bezeichnen. Dabei lasse

ich es dahingestellt sein, ob diese mit dornig geschweift-gezähnten Blättern versehene Pflanze in der That zu Brexia heterophylla Noronha zu rechnen sei, wie es nach der Angabe von Du Petit Thouars (in Gen. Nov. Madag., 1806, n. 69, „unter „Brexia Noronh.“ mit dem Synonyme „Venana Lam.“) „folia juniora longissima, spinoso-dentata adulta ovato-oblonga, subdendata“ ja wohl möglich ist und wie es von Tulasne (in Ann. Scienc. nat., 4. ser., VIII, 1857, p. 159) geschehen ist unter Einbeziehung von Brexia madagascariensis (Ker ex) Spreng. Syst. I, 1825, p. 792, welche in Lam. Ill. Gen. II (1793) p. 99, t. 131 unter dem nach A. de Candolle (sieh Prodr. XVII, 1873 p. 290) eigentlich die Priorität besitzenden Namen Venana madagascariensis mit obovaten, ganzrandigen Blättern dargestellt ist, in Bot. Beg. IX, 1823, t. 730 aber (als „Brexia madagascariensis“ mit dem Synonyme Venana m. Lam.) mit länglichen ganzrandigen Blättern (von Ker?) abgebildet erscheint. Ebenso lasse ich es, wie Tulasne selbst a. a. O. p. 158, dahingestellt, wie sich hiezu wieder die in den Gärten sogenannte Brexia chrysophylla Sweet (Hort. brit. ed. alt., 1820, p. 599, Don General Syst. II, 1823, p. 14) verhalte.

Brexia-Arten scheinen, wie in den unter 4 und 5 eben berührten Fällen, in den Gärten mehrfach mit Arten von Theophrasta oder Clavija verwechselt worden zu sein. So war der Bereinigung von Th. madagascariensis gerade der Umstand günstig, dass auch in dem Münchener Herbare unter Blättern von Theophrasta longifolia Jacq., d. i. Clavija ornata Don, aus einem nicht näher bezeichneten Garten ein Blatt sich befand, das offenbar einer Pflanze desselben Gartens zur gleichen Zeit entnommen war, und welches bei der Ueberlegung, welcher damals in den Gärten verbreiteten Pflanze es angehören könne, gemäss der ihm eigenen Gestalt, Grösse und sonstigen Beschaffenheit alsbald auf die Gattung Brexia das Augenmerk hinlenkte, nachdem

das Fehlen der characteristischen Theophrasteendrüsen (s. ob. p. 241) und der ebenso characteristischen subepidermalen Sklerenchymfasern zur Evidenz gebracht hatte, dass dasselbe, ebenso wie das der Theophrasta madagascariensis Willd., einer Theophrastee nicht angehören könne. Vielleicht ist auch das von A. de Candolle nach der oben erwähnten Bemerkung als „Madagascariense" bezeichnete Exemplar im Hb. Desfontaines (jetzt Webb) nicht wirklich eine Theophrasta, sondern auch eine Brexia, in welchem Falle die weitere Bemerkung „an error similis in h. Willd." in der That vollständig zutreffend wäre.

Das in Rede stehende Blatt des Hb. Willd. ist von länglicher Gestalt und besitzt einschliesslich des 1—2 cm langen Blattstieles 17 cm Länge und 4 cm Breite. Die Spitze ist etwas eingezogen; die Basis stumpf, fast abgerundet. Der Rand ist geschweift-gezähnt und etwas zurückgerollt, sowie von einem starken Randnerven durchzogen; die Zähne enden in eine nach der Unterseite des Blattes zurückgebogene, etwas hackige Dornspitze. Seitennerven finden sich jederseits etwa 12, in schiefaufsteigender Richtung gegen den Rand verlaufend und etwa 3 oder 4 mm vor demselben bogig anastomosirend; sie treten oberseits und unterseits gleich stark, aber nicht beträchtlich stärker als das zwischen ihnen sich ausbreitende, ziemlich weitläufige Venennetz hervor. Im übrigen ist das Blatt beiderseits glatt und kahl. Die Spitzen der Dornzähne sind im allgemeinen 7—8 mm, manche aber nur 5, einzelne dagegen 13 mm von einander entfernt, so dass das Blatt in dieser Hinsicht dem untersten in der schon angeführten Zeichnung von Lindley (Bot. Reg. XI, t. 872) am nächsten kommt.

Was die anatomische Beschaffenheit des Blattes der bisherigen Theophrasta madagascariensis Willd. betrifft, so besteht die Epidermis der oberen Blattseite aus

polygonalen, verhältnissmässig kleinen Zellen, welche an Höhe ihre Flächenausdehnung übertreffen, mit starker Verdickung der Aussenwände und ziemlich glatter Oberfläche. Ihr Lumen ist von oben gesehen rundlich, in Folge stärkerer Verdickung der Kanten als der Seitenflächen. Sie führen da und dort undeutlich ausgebildete Krystalle. Das Pallisadengewebe besteht aus 2—3 Schichten mässig hoher und weitlumiger Zellen, nach Höhe und Weite den Epidermiszellen ziemlich gleichkommend, die der obersten Schichte fast durchaus, die der untersten wenigstens in beträchtlicher Zahl mit dunkelbraunem Gerbstoff erfüllt, während die der mittleren Schichte zu gutem Theile grüngefärbt sind, wie auch das über $^2/_3$ des Diachymes für sich in Anspruch nehmende ziemlich grosszellige Schwammgewebe in seinen oberen Schichten. Die unteren Schichten desselben führen wieder Gerbstoff und bilden ein sehr regelmässiges Maschenwerk, über dessen Hohlräumen einzeln die nach ihrem Durchmesser denselben kaum nachstehenden Stomata sich befinden. Dieselben gehören lediglich der unteren Blattseite an und besitzen fast kreisrunde Gestalt, etwas wechselnde Grösse und einen meist fast quadratisch gestalteten Vorhof mit abgerundeten Ecken, dessen Ränder die benachbarten, auch hier polygonalen Epidermiszellen nicht überragen. In einzelnen Zellen des Pallisadengewebes wie des Schwammgewebes finden sich grosse Einzellkrystalle von oxalsauerem Kalke. Das Gefüge ist dem Gesagten gemäss ein sehr gleichförmiges. Irgend welche besondere Gebilde sind nicht vorhanden, weder im Innern noch an der Oberfläche. Die im Blattfleische eingebetteten Gefässbündel besitzen auf der oberen, wie unteren Seite einen Beleg von dickwandigen Faserzellen.

Von den vergleichsweise untersuchten Materialien von Brexia aus dem Herb. Monacense erwies sich am vollkommensten mit der Pflanze des Hb. Willdenow übereinstimmend ein von Bojer unter der Bezeichnung „Brexia

heterophylla" und mit der Bemerkung „ex silvis insulae Madagascar, praesertim culta in insula Mauritius" mitgetheiltes Exemplar mit obovaten ganzrandigen Blättern, wie in der Zeichnung Lamarck's. Auch die übrigen, aus verschiedenen Gärten unter verschiedenen Bezeichnungen überkommenen Exemplare zeigten nur unerhebliche Modificationen, welche sich, wie auf die Dicke und Länge der Blätter überhaupt, so namentlich auf die bald über das Mass der Willdenow'schen Pflanze hinausgehende, bald hinter demselben zurückbleibende Höhe der Pallisadenzellen und eine anscheinend mit einer stärkeren Streckung des Blattes selbst in Zusammenhang stehende, mehr elliptisch gestreckte Gestalt des Spaltöffnungsvorhofes beschränkten.

Es erübrigt mir nun noch, der schon eingangs erwähnten Gattung Reptonia A. DC. (Edgeworthia Falconer, incl. Monotheca A. DC.), welche bisher den Theophrasteen beigezählt worden ist, jedoch mit Unrecht, den ihr zugehörigen Platz im Systeme anzuweisen und die Erhebung der Jacquinia linearis, non Jacq., Bertero Hb. zu einer besonderen Gattung der Solanaceen zu begründen.

Es lässt sich das in bündiger und befriedigender Weise thun; denn die anatomische Methode, welche mich auf die Unrichtigkeit der bisherigen Stellung dieser Pflanzen bei den Theophrasteen zuerst aufmerksam werden liess, gab sofort auch über deren richtige Stellung die entsprechenden Fingerzeige an die Hand: bezüglich der ersteren dieser Pflanzen nämlich in dem Sinne, dass dieselbe zur Familie der Sapotaceen gehöre, wie seiner Zeit der Autor der Gattung, A. de Candolle, selbst schon vermuthungsweise ausgesprochen hatte, ohne darüber aber zu einem endgiltigen Schlusse gelangt zu sein; bezüglich der zweiten jener

Pflanzen aber in der Richtung, dass dieselbe als eine neue Solanaceen-Gattung, Coeloneurum m., und als nächste Verwandte der Gattung Henoonia Griseb. zu betrachten sei, welche ich vor kurzem erst selbst auch mittelst der anatomischen Methode an den ihr gebührenden Platz, von den Sapotaceen nämlich zu den Solanaceen versetzt habe (sieh diese Sitzungsberichte 1888, p. 405 etc.). —

Was mir die Stellung der Gattung Reptonia bei den Theophrasteen — um zuerst darüber zu berichten — erschüttert erscheinen liess, war der Umstand, dass dieselbe keine Spur jener eigenthümlichen, als vertiefte Punkte erscheinenden, eingesenkten Drüsen erkennen liess, welche sowohl die Gattungen Theophrasta und Clavija als auch, wie ich schon an anderer Stelle erwähnt habe (sieh diese Sitzungsberichte 1886, p. 322) die Gattung Jacquinia und, wie ich hier nach Beobachtungen an einer lebenden Pflanze hinzufüge, die Gattung Deherainia, mit einem Worte also alle Theophrasteengattungen auszeichnen und welche auch bei anderen nicht zur Tribus der Theophrasteen gehörigen Myrsineen sich finden, wie ich bezüglich Myrsine und Cybianthus seiner Zeit angeführt habe (sieh a. a. O. p. 323 und vergl. Vesque, Caractères des Gamopetales etc. in Ann. Scienc. nat., 7. ser., I, 1885, p. 246, tab. 12, fig. 3).

Diese Drüsen hat bereits A. de Candolle im Auge gehabt, wenn er für die Blätter von Theophrasta „puncta rotunda minuta centro quasi perforata utrinque sita" angibt, und auf sie ist auch die Bezeichnung der Blätter von Jacquinia bei A. de Candolle als „folia frequenter punctulata, punctis minimis medio quasi perforatis" und in Benth. & Hook. Gen. als „folia saepe punctulata" zu beziehen. Es bestehen diese auf beiden Blattflächen vorkommenden Drüsen aus einer kurzen Stielzelle und einem flachgewölbten Köpfchen aus schmalen hohen Zellen, etwa 12—18

in der Zahl, oder bei Jacquinia auch wenigere, welche nicht genau radial, sondern nur annähernd so geordnet sind.[1])

Bei Reptonia erscheinen nun zwar die Blätter unter einer guten Lupe ebenfalls, wenigstens auf der Unterseite, mit kleinen, vertieften Punkten besetzt; aber diese Punkte rühren, wie die mikroskopische Untersuchung zeigt, nicht von eingesenkten Drüsen, sondern von den hier stark in die Tiefe gerückten Spaltöffnungen her, welche von dem über die Blattfläche hervorragenden, wallartig ausgebildeten Rande der benachbarten Epidermiszellen etwas überwölbt sind.

Wie sich nun bei der weiteren Untersuchung des Blattes von Reptonia ergab, fehlen demselben auch die subepidermalen Sklerenchymfasern, die ich bei keiner Theophrastee vermisst habe.

Dagegen ist dasselbe auf der Unterseite locker mit zweiarmigen Haaren besetzt, wie sie den Sapotaceen ganz allgemein zukommen und über den Gefässbündeln, zum Theile auch unter denselben, ziehen sich Milchsaftzellen mit körnig trübem Inhalte hin, dessen Körnchen das Licht doppelt brechen, wie die Kautschukpartikelchen im Milchsafte der Sapotaceen.

Ausserdem finden sich unregelmässig geformte, das Licht doppelt brechende Massen in fast allen Zellen des Blattfleisches, einzeln oder zu mehreren, in den Pallisadenzellen häufig zu zweit oder zu dritt. Ebensolche Massen finden sich in den älteren Blättern gewisser Sapotaceen, bei Arten von Mimusops, bei Sideroxylon inerme, bei Achras Sapota, bei welchen sie sich nach an lebendem und trockenem Materiale vorgenommener näherer Untersuchung als Kautschukmassen erwiesen haben. Dieselben färben sich durch

1) Bei Deherainia können die langen, in ein ähnliches Drüsenköpfchen endenden, gegliederten Haare als eine zweite Art solcher Drüsen betrachtet werden, welche hier neben den eingesenkten Drüsen auftreten, aber nur dann und wann aus einer Vertiefung der Epidermis sich erheben.

wässerige Jodlösung gelblich und verändern sich durch concentrirte Schwefelsäure nicht weiter; Javelle'sche Lauge, Kali und Alkohol lassen sie unberührt; in Aether verändern sie nur ihre Form, ohne sich zu lösen; beim Erwärmen schmelzen sie und stärkeres Erhitzen macht sie verschwinden; mehr oder weniger löslich zeigen sie sich in Chloroform, in Schwefelkohlenstoff und namentlich in Benzol. Nach all dem sind dieselben wohl zweifellos, wenigstens der Hauptsache nach als aus Kautschuk bestehend anzusehen, und für die Kennzeichnung sterilen oder sonst zweifelhaften Sapotaceenmateriales darf denselben unter Umständen wohl sicherlich eine entscheidende Wichtigkeit beigemessen werden.

So auch in dem gegenwärtigen Falle.

Reptonia ist durch sie, die Milchsaftzellen und die zweiarmigen Haare als Sapotacee schon vollkommen declarirt, und es wäre überflüssig, auf die Fructificationsorgane überhaupt noch einzugehen, wenn sie nicht durch eine Erweiterung der bei den Sapotaceen sonst vorkommenden Verhältnisse Interesse böten. Ehe ich auf sie übergehe, will ich nur noch anfügen, dass das Blatt einen annähernd concentrischen Bau besitzt, indem auch an der unteren Blattseite pallisadenartig gestreckte Zellen unter der Epidermis, aber nur in einfacher Lage sich finden, welche wie die obere der beiden Schichten von Pallisadenzellen an der oberen Blattseite grossentheils braunen Gerbstoff führen, wie auch die obere und untere Lage der in der Mitte des Blattfleisches parallel den Blattflächen ausgebreiteten Zellen des schwammförmigen Gewebes. Der übrige Theil des letzteren und die innere Pallisadenzellschichte an der oberen Blattseite führt im allgemeinen keinen Gerbstoff, ist grün gefärbt und enthält reichlicher die erwähnten Kautschukmassen neben zahlreichen Stärkekörnern. In grösseren Zellen des Pallisadengewebes finden sich da und dort und namentlich in der Nähe der Gefässbündel grosse, hendyoëdrische, zum Theile

Zwillingsbildungen darstellende Krystalle von oxalsaurem Kalke, wie unter anderem bei Argania und gewissen Arten von Bumelia, mit welchen die Pflanze auch in ihrem Habitus, namentlich durch ihre Dornzweige und die gedrängten Blüthenknäuel grosse Aehnlichkeit besitzt.

Was nun die Fructificationsorgane betrifft, so ist der anliegend behaarte Kelch und die 5-lappige Krone mit den zwischen die Kronenlappen fallenden, ihnen an Länge gleichkommenden, aus breiter Basis pfriemlich zugespitzten Staminodien und den vor den Kronenlappen inserirten, extrorse Staubbeutel tragenden Staubgefässen, sowie die Beschaffenheit der ganz ähnlich wie bei Bumelia und Sideroxylon (für Argania fehlte mir das Material zur Vergleichung) ellipsoidischen Pollenkörner mit 4 oder hier noch häufiger 5 Furchen, durchaus den für die Sapotaceen bekannten Verhältnissen entsprechend. Ebenso seiner äusseren Erscheinung nach das Pistill mit 5-furchigem, dicht von zweiarmigen Haaren, deren nach abwärts gekehrter Arm beträchtlich kürzer ist als der andere, bedecktem Fruchtknoten und fädlichem, die Krone überragendem, in eine punktförmige Narbe endigendem Griffel. Um so mehr überrascht es, den Fruchtknoten 1-fächerig zu finden, mit 5 von dessen Boden in der Mitte aufsteigenden anatropen Samenknospen, deren Micropyle nach aussen und unten gekehrt ist. Bei näherer Betrachtung zeigt sich übrigens, dass für jede dieser Samenknospen, wenn auch nicht ein Fach, so doch eine Nische dadurch gebildet ist, dass wie Rudimente von Scheidewänden, nach innen vorspringende Kanten zwischen den Samenknospen an der peripherischen Fruchtknotenwandung auftreten. So könnte man, wenn man es paradox ausdrücken wollte, den Fruchtknoten hier 5-fächerig ohne Scheidewände nennen. Es stellt sich hier gleichsam nur schon in der Blüthe das dar, was an der Frucht von Sideroxylon und Bumelia auch zu beobachten ist, nämlich

Einfächerigkeit, welche bei den eben genannten Gattungen durch Auseinanderweichen der Scheidewände und Zurückbleiben derselben im Wachsthume bewirkt wird, so dass an der reifen Frucht nur mehr leistenförmig an der inneren Seite der peripherischen Fruchtwandung vorspringende Scheidewandreste zu finden sind. Auch hier wird, wie in der Regel bei Reptonia, gewöhnlich nur 1 Same entwickelt und unter demselben, oft Eindrücke daran hervorrufend, liegen die fehlgeschlagenen Samenknospen offen und frei zu Tage. Ob der Same, wie angegeben wird, bei Reptonia an der Basis ausgehöhlt und das Albumen ruminirt sei, muss ich dahingestellt sein lassen, da mir reife Samen nicht zu Gebote standen. Uebrigens scheint es fast, als ob diese Angaben zum guten Theile nur aus einer Vergleichung mit den bei den Myrsineen vorkommenden Verhältnissen entstanden wären, nachdem man sich für die Unterbringung der Pflanze bei dieser Familie entschlossen hatte. An einer unreifen, einer kleinen Erbse gleichenden Frucht konnte ich an dem Samen wenigstens keine basiläre Aushöhlung wahrnehmen und nichts, was auf eine spätere Ruminirung des allerdings noch sehr unvollständig ausgebildeten Albumens hingedeutet hätte. Vielleicht ist überdiess auch hier, wie in den Beschreibungen der Autoren für manche Palmen, eine durch das Vordringen des Samenknospenträgers in das Sameninnere später vielleicht noch zur Ausbildung gelangende Einbuchtung des Albumens als Ruminirung desselben, statt bloss als Aushöhlung bezeichnet worden. Keinesfalls aber dürfte ein solches Verhältniss, welchem die Abflachung der Samenbasis bei Sideroxylon inerme und den nächstverwandten Arten sehr nahe kommt, als etwas die Stellung der Pflanze bei den Sapotaceen Erschütterndes zu betrachten sein.

In Sideroxylon inerme und in der mit Dornenzweigen versehenen Argania, bei welcher die Scheidewände

des Fruchtknotens sich so früh zurückzuziehen scheinen, dass die Verwachsung der meist zu zweit und dritt zur Entwicklung kommenden Samen unter einander ermöglicht wird, dürfte Reptonia zugleich die nächsten Verwandten unter den Sapotaceen finden, während die im Habitus ihr so nahe kommenden Bumelien durch die Stipulargebilde an der inneren Seite der Kronentheile und durch das spärliche, fleischige Sameneiweiss weiter davon abgerückt erscheinen.

Es dürfte angemessen sein, zum Schlusse noch besonders hervorzuheben, dass den Sapotaceen somit in Reptonia in der That ein Typus mit 1-fächerigem Fruchtknoten zukommt, wie er vor kurzem schon einmal in der übrigens nur mit Unrecht hieher gebrachten Gattung Henoonia Griseb. gegeben zu sein schien, mit welcher ein solcher Typus auch den Solanaceen erwachsen ist (s. diese Sitzungsberichte, 1888, p. 405 etc.). Diese Einfächerigkeit des Fruchtknotens war früher die Ursache zur unrichtigen Unterbringung der Gattung Reptonia bei den Theophrasteen geworden. Wir sehen nun, wie der Werth dieses morphologischen Momentes, auf welches man früher glaubte bauen zu können, auf Null herabsinkt gegenüber dem Gewichte der anatomischen Verhältnisse. Reptonia ist so recht eigentlich wieder dazu angethan, die Wichtigkeit der anatomischen Methode nicht bloss für die schärfere Charakterisirung der Gewächse, sondern für die Lösung der schwierigsten Aufgabe der Systematik, für die richtige Erfassung der natürlichen Verwandtschaft der Gewächse darzuthun.

Was nun endlich die neue Solanaceen-Gattung Coeloneurum betrifft, so gab auch hier das Fehlen der eigenthümlichen, in die Epidermis eingesenkten Theophrasteen-Drüsen (sieh im Vorausgehenden p. 241, 266) die erste

Veranlassung, die Pflanze als nicht zu den Theophrasteen gehörig zu betrachten, bei welchen sie bisher, gemäss ihrer von A. de Candolle im Prodr. VIII, 1844, p. 151 unter Jacquinia ferruginea Spreng. erwähnten und beanstandeten Bezeichnung als „Jacquinia linearis" durch Bertero, im Münchener Herbare untergebracht war. Weiter zeigte sich auch hier keine Spur der den Theophrasteen eigenen subepidermalen Sklerenchymfasern. Dagegen machten sich beim Suchen nach diesen sofort zahlreiche, mit Krystallsand und davon umlagerten Krystalldrusen erfüllte Zellen in der Nähe beider Blattflächen, besonders der unteren, bemerkbar. Diess und die eigenthümliche Gestalt der am Blatte nur spärlich (unterseits), an den jungen Zweigen aber reichlich vorhandenen, angedrückten Haare, mit 1—2 sogenannten Gelenkzellen, d. i. an der Biegungsstelle des Haares knieförmig hervortretenden Gliederzellen, sowie eine starke Verdickung des Mittelnerven in dem unteren Drittel oder Viertel des Blattes rief unmittelbar das an der Gattung Henoonia beobachtete, ganz ähnliche Verhalten (sieh diese Sitzungsberichte 1888, p. 410—413, 420—421) ins Gedächtniss zurück. Der Mittelnerv erwies sich weiter, wie dort, hohl und seine Höhlung von Weichbastelementen umgeben, wie ebenso die Markhöhlung eines jungen Zweiges. Die Pflanze war nur mit zwei Blüthen versehen und desshalb erfolgte erst jetzt die Untersuchung der einen dieser beiden Blüthen, welche einzeln und nicht in, sondern neben je einer Blattachsel befestiget waren.

Der Kelch, kaum über 2 mm hoch, zeigte sich nach seiner Gestalt und Behaarung ganz dem von Henoonia entsprechend. Ebenso die Blumenkrone mit kurzer, nur 2 mm langer Röhre und doppelt so langem, 5-lappigem Saume, dessen Theile, von eiförmig-lanzettlicher Gestalt, aussen behaart, innen kahl sind und auf eine klappige Knospenlage schliessen lassen. Die Staubgefässe, welche zwischen den

Kronenlappen stehen und diese etwas überragen, sind der Kronenröhre in ihrer unteren Hälfte angewachsen und kommen ebenfalls denen von Henoonia gleich. Dagegen erwies sich das Pistill als wesentlich verschieden durch das Auftreten eines den Staubgefässen an Länge fast gleichkommenden Griffels, während das Pistill bei Henoonia den Angaben von Grisebach gemäss griffellos ist und eine „fast sitzende Narbe" besitzt; weiter dadurch, dass es hier nicht wie bei Henoonia einfächerig, sondern zweifächerig ist, in jedem Fache (wie schon A. DC. a. a. O. angegeben hat) 1 Samenknospe bergend, welche fast schildförmig mit ihrer unteren Hälfte an dem unteren Theile der ziemlich dickfleischigen Scheidewand befestiget ist, unvollständig anatrop und etwas gekrümmt, mit der Micropyle nach unten und aussen gekehrt.

Die Abweichung in dem Baue des Pistilles von dem bei Henoonia hindert es, die in Rede stehende Pflanze von Bertero unmittelbar als eine Art von Henoonia zu betrachten. Andererseits scheint sie aber dieser Gattung näher als jeder anderen unter den Solanaceen zu stehen, und so ist sie wohl der Gattung Henoonia als eine besondere Gattung, welche ich nach der Beschaffenheit des Mittelnerven ihrer Blätter Coeloneurum nenne, zur Seite zu stellen. Eine Frucht war an der Pflanze von Bertero, welche fortan als Coeloneurum lineare zu bezeichnen ist, nicht vorhanden.

Eine Ergänzung fand sich übrigens in dieser Hinsicht gerade noch zu rechter Zeit vor Abschluss dieser Mittheilung bei gelegentlicher Durchsicht der Eggers'schen Pflanzen aus S. Domingo bei einer Pflanze, deren Etiquette folgendermassen lautete: „Eggers Flora Indiae occidentalis exsicc. n. 2366; Götzea Eggersii Urban n. sp., arbor 10' alt.; S. Domingo in fruticetis ad Cuesta de piedra prope Santiago, 250 m; 6. VI. 87."

Diese Pflanze, durch ein blühendes und ein fruchttragendes Exemplar vertreten, ist der in Rede stehenden von Bertero

so ähnlich, dass man sie als identisch damit ansehen könnte, wenn nicht ihre Blüthen um das Doppelte bis Dreifache länger gestielt und mit einem längeren Griffel versehen, ferner ihre Blätter, statt linealisch, lancettlich oder annähernd so wären, namentlich die des blüthentragenden Exemplares mit zugleich beträchtlich grösseren Blättern. Jedenfalls erscheint sie als eine nächst verwandte Art, die ich somit Coeloneurum Eggersii nenne und auf deren Verschiedenheit von Götzea Wydler ich sogleich zu sprechen kommen werde.

Die Früchte nun dieser Pflanze gleichen äusserlich ganz den Früchten von Henoonia, nur dass sie an der Spitze (von welcher der Griffel abgefallen ist) nicht in einen gekrümmten Schnabel vorgezogen sind. In ihrem Inneren zeigen sie sich deutlich verschieden durch das Vorhandensein einer Scheidewand, an deren unterem Theile in jedem der beiden Fächer ein Same mit seiner unteren Hälfte angewachsen ist, ganz entsprechend der im Vorausgehenden angegebenen Befestigungsweise der Samenknospe im Fruchtknotenfache von C. lineare. Der Same besitzt eine dünne Samenschale und einen grossen Embryo mit zwei ziemlich flachen, fleischigen, grünlichen Cotyledonen und nach unten gekehrtem, kurzem Würzelchen. Sameneiweiss ist nicht vorhanden.

Durch dieses letztere Moment weicht die Pflanze von dem bisher als Norm für die Solanaceen betrachteten Verhalten allerdings ebenso beträchtlich wie die Gattung Henoonia ab, deren reifer Same ebenfalls eiweisslos ist. Aber so wenig, wie für Henoonia, bei welcher im jüngeren Samen wenigstens Eiweiss vorhanden erscheint (s. diese Sitzungsber., 1888, p. 418), und so wenig, wie das Fehlen des Sameneiweisses bei den mit den Solanaceen so nahe verwandten Scrophularineen eine Ausschliessung aus dieser Familie bedingen kann (s. a. a. O. p. 419), wird das die Zugehörigkeit von Coeloneurum zu den Solanaceen dem übrigen Verhalten gegenüber in Frage stellen können.

Was die Unterschiede zwischen Coeloneurum und Götzea betrifft, so bestehen dieselben nach den Angaben von Wydler über die letztere Gattung in der Vereinigung ihrer Blüthen zu einer armblüthigen Inflorescenz, in der Sechsgliedrigkeit der Blüthe, in der Gestalt der Blumenkrone mit langer, nach oben trichterig erweiterter Röhre und kurz gelapptem Saume, in der fast pfeilförmigen Gestalt der Antheren, in der Grösse und Gestalt der an den Seiten gefurchten Narbe und noch besonders in der Zahl und Anheftungsweise der Samenknospen in den Fruchtknotenfächern, in welchem Punkte aber, wie hinsichtlich des Vorkommens von Sameneiweiss die unvollständigen und nur fragweise ausgesprochenen Angaben Wydler's wesentlich zu berichten sind. Ich bin dazu durch gütige Mittheilung der Beobachtungen in den Stand gesetzt, welche Herr Professor Urban an von Eggers in Portorico gesammelten Materialien der Götzea elegans Wydler (coll. Eggers n. 1196) zu machen Gelegenheit hatte. Diese Mittheilung lautet bezüglich des Fruchtknotens: „Ovarium superum, subgloboso-conicum, tomentosum, receptaculo crasso (calycis fundo) insidens vel paullum immersum, biloculare; ovula 8, 10, septo ad angulum affixa, adscendentia, anatropa, micropyle extera.“ Bei Vierzahl der etwas gekrümmten Samenknospen für das einzelne Fach bilden dieselben, wie ich hinzufüge, ein oberes und unteres Paar, die des oberen Paares fast hängend mit nach oben und aussen gekehrter, die des unteren Paares annähernd aufrecht mit nach unten und aussen gerichteter Micropyle. Sameneiweiss ist in dem (allerdings noch sehr jungen) Samen keines wahrzunehmen gewesen, durch welchen Umstand die auch sonst schon erkennbaren nahen Beziehungen von Götzea zu Coeloneurum und Henoonia eine wesentliche Steigerung erfahren. Das Gleiche spricht sich in den anatomischen Verhältnissen von Götzea elegans aus. Dieselbe besitzt nämlich, wodurch sie wie Coeloneurum und Henoonia

als Solanacee charakterisirt ist, markständigen Weichbast und von Krystallsand umgebene Krystalldrusen in besonderen Zellen, welche hier sogar äusserlich als weissliche, erhabene Punkte an der Oberseite des Blattes hervortreten. Ausserdem ist auch hier der Mittelnerv des Blattes von einer Art Markhöhlung durchzogen mit Weichbastelementen in deren Umgebung. Die Haare sind auch hier mit Gelenkzellen versehen.

Diese drei nahe miteinander verwandten Gattungen, welche sich, eine um die andere, mehr und mehr, erst Götzea, dann Coeloneurum, endlich Henoonia, von den übrigen Solanaceen-Gattungen entfernen, scheinen eine durch die (im Reifezustande) eiweisslosen Samen ausgezeichnete Gruppe in dieser Familie zu bilden, welche im übrigen sich an die Tribus der Cestrineen anschliesst, und für welche die von Miers (in Transact. Linn. Soc. XXVII, 1869, p. 191) vorgeschlagene Bezeichnung der Götzieae recht wohl in Anwendung kommen kann.

Es ist das um so mehr der Fall, als auch die von Miers zu dieser Gruppe mit Götzea allein vereinigte Gattung Espadaea mit E. amoena A. Rich. (Flor. Cubens. tab. 65, Miers l. c. p. 193, tab. 38), welche Bentham und Hooker (Gen. II, 1876, p. 1148) frageweise zu den Verbenaceen verbracht haben, während sie Grisebach (Catal. Pl. Cubens. 1866, p. 191) in Materialien von Wright, n. 3185, geradezu der Gattung Götzea als G. amoena Griseb. einverleibt hat, sich in der That als zu dieser Gruppe im jetzigen Sinne gehörig erweist.

Wie ich nämlich an entsprechenden, durch Herrn Professor Urban gütigst mitgetheilten Fragmenten der Pflanze von Wright ersehen konnte, besitzt dieselbe die gleiche anatomische Beschaffenheit des Zweiges, des Blattes und des Blattmittelnerven, sowie die gleiche eigenthümliche Haarbildung (besonders an der aussen ganz mit Haaren be-

deckten Blumenkrone) wie Coeloneurum, mit welcher Gattung sie auch die extra-axilläre Stellung der Blüthen gemein hat, während sie durch die Blüthentheile selbst sich mehr der Gattung Götzea nähert, besonders durch die trichterig-röhrige, mit nur kurz gelapptem Saume versehene Blumenkrone. Durch die nach Miers zu zweit in jedem Fruchtknotenfache enthaltenen, dem unteren Paare bei Götzea entsprechenden Samenknospen weiter schiebt sie sich geradezu als Mittelglied zwischen Götzea und Coeloneurum ein, ist aber vor beiden durch die etwas symmetrische Blüthenbildung ausgezeichnet, welche sich in der nach vorn gekrümmten Kronenröhre und dem gelegentich auf 4 didynamische Staubgefässe beschränkten Androecium ausspricht und eine nahe Beziehung der Pflanze zu den Salpiglossideen verräth, wie das in geringerem Grade auch bei Henoonia der Fall ist (s. diese Sitzungsber. 1888, p. 417). Eben dadurch wird weiter auch der Abtrennung der Götzieen von den Cestrineen und einer Mittelstellung derselben zwischen den Triben der Cestrineen und Salpiglossideen das Wort gesprochen. Ob der von Miers zwischen den Cotyledonen eingeschlossen gefundene Körper („the small free nuclear body enclosed within the two cotyledons" l. c. p. 195, fig. 20) einen Rest von Endosperm darstellt, ähnlich dem zwischen den Cotyledonen des halbreifen Samens von Henoonia gefundenen (s. diese Sitzungsber., 1888, p. 418), was seinerseits wieder eine nahe Verwandtschaft von Espadaea mit Henoonia bekunden würde, muss ich dahingestellt sein lassen.

Die Gruppe der Götzieen erscheint demnach jetzt, anstatt wie bei Miers aus Götzea und Espadaea allein, aus 4 Gattungen bestehend, indem sich den eben genannten Coeloneurum und Henoonia anreihen.

Die letzteren 2 dieser Gattungen zeichnen sich ausser durch den eiweisslosen Samen vor den nahe stehenden Cestri-

neen auch durch das Auftreten einzelner Samenknospen in den Fruchtknotenfächern, beziehungsweise in einem einfächerigen Fruchtknoten aus.

In dieser Hinsicht findet sich ein Gegenstück in der von Bentham und Hooker (Gen. II, 1876, p. 888, 912) fragweise und als anomale Gattung an das Ende der Solanaceen, resp. der Salpiglossideen gestellten Gattung Sclerophylax Miers (Sterrhymenia Griseb.), deren Samenknospen übrigens nicht aufrecht sind, wie bei den eben genannten beiden Gattungen, sondern hängend, wie annähernd die oberen bei Götzea.

Da Grisebach der Anschauung von Bentham und Hooker in seinen Symbolae ad Flor. Argentin., 1879, p. 268 entgegentritt und die Gattung Sclerophylax lieber den Hydrophylleen, oder mit Agardh den Boragineen beigezählt wissen will, so mag hier hervorgehoben sein, dass nach den anatomischen Verhältnissen, welche ich bei Sclerophylax Lorentzii O. Hoffm. (Linnaea XLIII, 1880-82, p. 136), der einzigen mir zugänglich gewesenen Art, zu beobachten Gelegenheit hatte, die Anschauung von Bentham und Hooker sich als vollkommen gerechtfertiget erweist.

Auch hier nämlich finden sich die in ihrer Vereinigung für die Solanaceen charakteristischen, wenn auch nicht ausnahmslos allen Solanaceen zukommenden anatomischen Eigenthümlichkeiten: Krystallsand im Blatte, im Marke und in der Rinde, hier besonders reichlich in der Wurzelrinde, und Weichbast an der Grenze von Holz und Mark, gelegentlich mit dickwandigen Bastfasern untermischt.

Weiter spricht der eigenthümliche sympodiale Aufbau der Pflanze unter Hinaufrückung der fertilen Vorblätter an ihrem Achselsprosse, woraus die eigenthümliche Stellung der Blätter zu zweien neben einander („folia geminata" der Autoren), wie bei Atropa, sich ergibt (vergl.

Eichler, Blüthendiagramme I, p. 202), im Zusammenhange mit den eben erwähnten anatomischen Verhältnissen laut für die Zugehörigkeit zu den Solanaceen, wenn dieser Aufbau auch wieder nicht allen Solanaceen eigen ist und für sich allein auch bei anderen Familien vorkommt.

Ich bemerke in Berichtigung der Angaben Grisebach's über Sclerophylax (nach der von mir untersuchten Art) noch, dass das von Grisebach auch in den Symbolae, 1879, der richtigen Angabe von Bentham und Hooker (Gen. II, 1876) gegenüber, wie früher in seinen Plantae Lorentzianae, 1874, p. 15 und 183 (unter der damaligen Bezeichnung Sterrhymenia) als unvollständig bezeichnete Septum des Fruchtknotens vollständig ist, und dass die von ihm daselbst Tafel 2, Fig. 5 dargestellte Insertion der Samenknospen an der äusseren Fruchtknotenwandung mit einer Rhaphe dorsalis und Micropyle introrsum supera sich nicht bestätiget. Die Samenknospen sind vielmehr an dem oberen Theile des Septums inserirt und epitrop-anatrop, also mit Rhaphe ventralis und Micropyle extrorsum supera versehen, wie in Schnizlein Jconogr. nach Miers in Fig. 18 ganz richtig gezeichnet ist. Auch die Angabe Grisebach's über die Staubgefässe ist wenigstens für Sclerophylax Lorentzii unrichtig. Es ist nicht ein längstes gegenüber einem Paare mittellanger und einem Paare kürzester Staubgefässe zu unterscheiden, sondern ein kürzestes, welches aber am höchsten hinauf mit der Krone verwachsen ist, ausserdem zwei mittellange und zwei das kürzeste zwischen sich fassende längste, welche beiden Paare nicht sehr hoch, aber ziemlich gleich hoch der Krone angewachsen sind. In Schnizleins Abbildung nach Miers ist das kürzeste Staubgefäss zwischen die mittellangen gestellt. Weiter ist die Narbe nicht einfach, sondern, wie es in der Zeichnung bei Grisebach selbst schon angedeutet ist, seicht zweilappig. In der Frucht habe ich zwei Samen und das Septum voll-

ständig erhalten gefunden; übrigens mag auch 1 Same gelegentlich fehl schlagen. Der Kelch ist der Darstellung von Grisebach gegenüber schon in Benth. Hook. Gen. besser beschrieben.

Das Blattgewebe, wie ich schliesslich noch beifüge, ist ausgezeichnet durch Verschleimung der Membranen und dem entsprechendes Aufquellen in Wasser, ähnlich wie ich es für Theile des Blattgewebes (das schwammförmige Gewebe) früher bei Vahea und bei Clitandra cirrhosa m. beobachtet habe (s. Beitrag zur africanischen Flora, in Abh. d. nat. Ver. in Bremen, VIII, 1883, p. 397—8, 401). —

Die Charakteristik der neuen Gattung Coeloneurum und ihrer zwei Arten ist folgende:

Coeloneurum m., gen. nov. Solanacearum (cum generibus Götzea Wydler, Espadaea A. Rich. et Henoonia Griseb. tribum novam, albuminis defectu insignem, a Miersio nomine Götziearum salutatam, inter Cestrineas et Salpiglossideas intermediam efficiens): Calyx sufferugineo-tomentellus, parvus, urceolato-campanulatus, 5-partitus, lobis late ovatis acutis aestivatione valvatis. Corolla extus tomentella, 5-partita lobis tubo brevi duplo longioribus ovato-lanceolatis acutis valvatis, sub anthesi plus minus reflexis. Stamina filiformia, corollae tubo infra medium adnata; filamenta longitudine corollam aequantia; antherae cordoto-ovatae, subintrorsae, lateraliter dehiscentes, obtusae. Germen superum sessile, subhemisphaericum, tomentellum, 2-loculare; gemmulae in loculis solitariae, septo carnoso inferne subpeltatim affixae, erectae, subanatropae, apotropae, micropyle extrorsum infera; stylus filamenta longitudine aequans vel superans, filiformis, rectiusculus vel flexuosus, basi tomentellus; stigma parum dilatatum, subbilobum. Fructus baccatus, ovoideo-ellipsoideus, tomentellus, pericarpio tenui, bilocularis. — Frutices vel arbores ramis strictis vel diffusis subfuscis, junioribus ferrugineo-tomentellis, in cortice nec non in medulla hic illic cellulas

pulvere calcii oxalici repletas gerentibus, circa medullam quoque libro et fibros sclerenchymaticos raros fovente instructis. Folia alterna, sicca facile decidua, linearia vel lanceolata, acuta et breviter mucronulata, breviter petiolulata, margine integerrima et subrevoluta, rigide chartacea, prope epidermidis utriusque cellulas undulato-marginatos utriculos globiformes calcii oxalici crystallis conglobatis pulvereque repletos hic illic foventia, nervo mediano intus quoque circa cavitatem medullarem libro instructo ad tertiam vel quartam inferiorem partem fusiformi-incrassato subtus valde prominente, oblique venosa, supra glabra, nitida, subtus pilis adpressis raris bicellularibus nec non (glandularum loco?) pluricellularibus geniculato-articulatis adspersa. Flores ad foliorum basin extraaxillares, solitarii, breviter pedunculati.

1. C. lineare m. (Jacquinia linearis, non Jcq., Bertero herb.; ?Jacquinia ferruginea Spreng. t. A. DC.): Rami stricti, 1,5 mm crassi; folia linearia, 4—7 cm longa, 3,5—6 mm lata; calyx 2 mm longus; corolla 6 mm longa; stylus rectiusculus, stamina aequans; flores subsessiles; fructus —?

In Antillarum insula S. Domingo leg. Bertero.

2. C. Eggersii m. (Götzea E. Urban in schedis coll. Eggers, n. 2366): Rami diffusi, 3 mm crassi; folia lanceolata vel lineari-lanceolata, 6—10 cm longa, 7—15 mm lata; flores pedicellati, pedicellis 5 mm longis; calyx 2 mm longus, corolla 6 mm longa; stylus flexuosus, stamina superans; fructus 12 mm longus.

In Antillarum insula S. Domingo in fruticetis ad Cuesta de piedra prope Santiago (altitud. 250 m) legit Eggers m. Junio 1887, c. flor. et fruct.; coll. n. 2366 („arbor 10′ alta").

Sitzung vom 6. Juli 1889.

1) Herr AUREL VOSS hielt einen Vortrag: „Ueber die mit einer bilinearen Form vertauschbaren bilinearen Formen".

2) Herr C. v. VOIT machte eine Mittheilung über eine in seinem Laboratorium von Herrn Prof. Dr. ERWIN VOIT ausgeführte Untersuchung: „Ueber den geringsten Eiweissbedarf in der Nahrung". Dieselbe soll anderweitig veröffentlicht werden.

Ueber die mit einer bilinearen Form vertauschbaren bilinearen Formen.

Von A. VOSS.

(Eingelaufen 6. Juli)

Nach Herrn Weierstrass ist es bekanntlich für die Aequivalenz zweier linearen Schaaren $A - rB$ und $A_1 - rB_1$ von bilinearen Formen A, B; A_1, B_1, nothwendig und hinreichend, dass die beiden Determinanten

$$|A - rB|, \; |A_1 - rB_1|$$

die nämlichen Elementartheiler besitzen, vorausgesetzt, dass dieselben bei willkürlichem r nicht identisch verschwinden.

Unter dieser Annahme liefert das von Herrn Weier-

strass[1]) auseinandergesetzte Verfahren zwei Substitutionen P und Q der x und y von nicht verschwindender Determinante, vermöge welcher

$$PAQ = A_1,$$
$$PBQ = B_1,$$

wird. Man kann noch voraussetzen, worin keine Beschränkung liegt, dass die Determinante von B nicht verschwindet. Diese Formen P und Q mögen die Weierstrass'schen Substitutionen heissen. Ausser diesen gibt es aber noch andere Formen P_1, Q_1 derselben Eigenschaft. Ist nämlich auch

$$P_1 A Q_1 = A_1,$$
$$P_1 B Q_1 = B_1,$$

so folgt

$$P_1 A Q_1 = P A Q,$$
$$P_1 P Q_1 = P B Q;$$

oder, wenn man den aus der zweiten dieser letzteren Gleichungen folgenden Werth

$$Q_1 = B^{-1} P_1^{-1} P B Q$$

in die erstere einsetzt,

$$P_1 A B^{-1} P_1^{-1} P B Q = P A Q;$$

oder, wenn der Factor Q von nicht verschwindender Determinante fortgelassen wird,

$$P^{-1} P_1 A B^{-1} = A B^{-1} P^{-1} P_1.$$

Setzt man also

$$P^{-1} P_1 = W,$$

so ist

$$W A B^{-1} = A B^{-1} W;$$

d. h. die Form W ist mit AB^{-1} vertauschbar. Und umgekehrt sind, wenn W irgend eine mit AB^{-1} vertauschbare Form von nicht verschwindender Determinante ist,

1) Monatsber. d. Berl. Akad. 1868.

1) $P_1 = P\,W$,

2) $Q_1 = B^{-1}\,W^{-1}\,P^{-1}\,P\,B\,Q = B^{-1}\,W^{-1}\,B\,Q$

zwei Substitutionen, für welche

$$P_1\,A\,Q_1 = P\,W\,A\,B^{-1}\,W^{-1}\,B\,Q = P\,A\,Q = A_1,$$
$$P_1\,B\,Q_1 = P\,W\,B\,B^{-1}\,W^{-1}\,B\,Q = P\,B\,Q = B_1$$

wird. Es giebt daher genau so viel von einander linear unabhängige Formen P_1, Q_1, welche die Schaar $A - rB$ in $A_1 - rB_1$ transformiren, als es Formen dieser Art giebt, die mit AB^{-1} vertauschbar sind, und deren Determinante nicht Null ist. Denn unter dieser Voraussetzung sind die aus 1) und 2) folgenden Formen linear von einander unabhängig.

Ueber die mit einer Form A vertauschbaren Formen P hat zuerst, soviel mir bekannt, Herr Frobenius[1]) ohne Beweis einige Sätze mitgetheilt, von denen der auf die Anzahl der linear unabhängigen Formen dieser Art bezügliche der wichtigste zu sein scheint. Diese Zahl ist sodann von Herrn L. Maurer[2]) auf einem Wege hergeleitet worden, auf dem gleichzeitig das Problem der Aequivalenz zweier Formen erledigt wird. Da aber die wirkliche Ermittelung der vertauschbaren Formen sich hierbei verhältnissmässig umständlich gestaltet, andererseits gerade dieses Problem bei vielen Untersuchungen über cogrediente und conjugirte Transformationen von Bilinearformen in sich selbst[3]) eine fundamentale Rolle spielt, so schien es mir wünschenswerth, einen anderen Weg einzuschlagen, der die Bildung sämmtlicher Formen auf einen übersichtlicheren Process zurückführt, welcher zugleich die

1) Frobenius, Ueber lineare Substitutionen und bilineare Formen, Borchardt's Journal, Bd. 84.

2) L. Maurer, Zur Theorie der linearen Substitutionen, Inauguraldissertation, Strassburg, 1887.

3) Vgl. meine Mittheilung in diesen Sitzungsberichten, Juni 1889.

Untersuchung der characteristischen Function der mit einer gegebenen Form vertauschbaren Formen gestattet. Indem ich im Folgenden einen solchen bezeichne, möge nur noch bemerkt werden, dass sich derselbe unmittelbar an die von Herrn Frobenius dargelegte Symbolik der bilinearen Formen anschliesst.

§ 1.

Die Grundlage des Folgenden bildet der von Herrn Frobenius bewiesene Satz:[1])

„Sind in der Gleichung

$$PA = BP$$

die characteristischen Functionen von A und B theilerfremd, so ist P identisch Null."

In der Gleichung

$$1) \qquad PA = AP,$$

welche ausdrückt, dass die Form A, über deren Determinante nichts vorausgesetzt sein soll, mit der Form P vertauschbar ist, sei nunmehr A zerlegbar in die Theile

$$A = A_1 + A_2,$$

von denen der erste nur die Variabelnpaare $x_1 y_1 \ldots x_\varrho y_\varrho$, der zweite nur die Variabelnpaare $x_{\varrho+1} y_{\varrho+1} \ldots x_n y_n$ enthält. Bezeichnet man die Formen

$$\sum_1^\varrho x_i y_i, \quad \sum_{\varrho+1}^n x_i y_i$$

durch E_1 und E_2, so folgt aus der Gleichung 1)

$$P(A_1 + A_2) = (A_1 + A_2) P,$$

durch das Verfahren der associativen und distributiven Multiplication

1) a. a. O. S. 28.

$$E_1 P A_1 = A_1 P E_1,$$
$$E_1 P A_2 = A_1 P E_2,$$
$$E_2 P A_2 = A_2 P E_1,$$
$$E_2 P A_2 = A_2 P E_2.$$

Schreibt man hierfür

$$E_1 P E_1 A_1 = A_1 E_1 P E_1,$$
$$E_1 P E_2 A_2 = A_1 E_1 P E_2,$$
$$E_2 P E_1 A_1 = A_2 E_2 P E_1,$$
$$E_2 P E_2 A_2 = A_2 E_2 P E_2;$$

und setzt

$$E_1 P E_1 = P_1, \quad E_1 P E_2 = Q;$$
$$E_2 P E_1 = R, \quad E_2 P E_2 = P_2;$$

so ist

$$P_1 A_1 = A_1 P_1,$$
$$P_2 A_2 = A_2 P_2,$$
$$R A_1 = A_2 R,$$
$$Q A_2 = A_1 Q.$$

Sind daher die characteristischen Functionen von A_1 und A_1 theilerfremd, so folgt

$$Q = R = o;$$

mithin

$$P = (E_1 + E_2) P (E_1 + E_2) = P_1 + P_2.$$

Man hat also folgenden Satz:

Ist die Form A zerlegbar in Formen, deren characteristische Functionen unter einander theilerfremd sind, so ist jede mit A vertauschbare Form P in derselben Weise zerlegbar.[1])

Man schreibe nun die Gleichung 1) in der Form

$$W P W^{-1} W A W^{-1} = W A W^{-1} W P W^{-1}.$$

1) Zwei Formen heissen in gleicher Weise zerlegbar, wenn jedem Bestandtheil der einen ein (möglicherweise auch identisch verschwindender) von den nämlichen Variabelnpaaren abhängiger Bestandtheil der anderen entspricht.

Bezeichnet man dann die Elementartheiler der characteristischen Function von A durch $(\varrho - a_i)^{\alpha_i}$, wobei die Zahlen a, α in beliebiger Weise unter einander gleich sein können, so hat die Normalform[1])

$$N = \Sigma_i (x_1 y_1 + \ldots x_{a_i} y_{a_i}) a_i + (x_1 y_2 + \ldots x_{a_i - 1} y_{a_i})$$

dieselben Elementartheiler wie A. Demnach existirt eine Form W von nicht verschwindender Determinante, für welche

$$W A W^{-1} = N$$

wird. Bezeichnet man endlich

$$W P W^{-1}$$

durch p, so ist die Aufgabe auf die Behandlung der Gleichung

$$2) \qquad pN = Np$$

zurückgeführt. Unter W sei dabei etwa die Weierstrass'sche Substitution verstanden. Man zerlege nun die Form N in die Summe der Formen

$$N_1 + N_2 + \ldots N_h,$$

deren characteristische Functionen je für sich nur eine einzige vielfache Wurzel, jedoch mit beliebigen Elementartheilern besitzen. Nach dem eben bewiesenen Satze kommt die Lösung der Gleichung 2) dann zurück auf die Lösung des Systemes der Gleichungen

$$3) \qquad p_i N_i = N_i p_i; \quad i = 1, 2 \ldots h.$$

§ 2.

Die Lösungen der Gleichungen 3), § 1) lassen sich aber unmittelbar hinschreiben.

Es sei ϱ_i eine $n_i = \nu$-fache Wurzel der characteristischen

1) Weierstrass, a. a. O.

Function von A, deren zugehörige Elementartheiler die Exponenten

$$\alpha_1 > \alpha_2 \geqq \alpha_3 \ldots > \alpha_k > 0$$

haben. Der zugehörige Bestandtheil N_i der Normalform N ist dann

$$\begin{aligned} 1)\quad N_i = \varrho_i E_\nu &+ [x_1 y_2 + \ldots x_{t_1-1} x_{t_1}] \\ &+ [x_{t_1+1} y_{t_1+2} + \ldots x_{t_2-1} y_{t_2}] \\ &+ [x_{t_2+1} y_{t_2+2} + \ldots x_{t_3-1} y_{t_3}] \\ &+ \ldots \\ &+ [x_{t_{k-1}+1} y_{t_{k-1}+2} + \ldots x_{\nu-1} y_\nu], \end{aligned}$$

wenn zur Abkürzung

$$\begin{aligned} &\alpha_1 + \alpha_2 + \ldots \alpha_k = \nu, \\ &\alpha_1 = t_1, \\ &\alpha_1 + \alpha_2 = t_2, \\ &\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = t_3, \\ &\quad \ldots \\ &\alpha_1 + \alpha_2 + \ldots \alpha_k = t_k; \end{aligned}$$

mithin auch

$$\begin{aligned} &t_k = \nu, \\ &t_k + \alpha_{k+1} = t_{k+1} \end{aligned}$$

gesetzt wird. Bezeichnet man den in 1) eingeklammerten Theil durch W_i, so ist demnach die von den Variabeln $x_1 y_1, \ldots x_\nu y_\nu$ abhängige Bilinearform p_i so zu bestimmen, dass

$$2)\qquad p_i W_i = W_i p_i$$

wird.

Das Gleichungssystem 2) aber lautet, wenn die Coefficienten von p_i mit p_{ik} bezeichnet werden, so dass

$$p_i = \Sigma x_i y_k p_{ik}$$

ist, folgendermassen

$$
\begin{aligned}
& \Sigma x_m (p_{m1}\, y_2 + \cdot\cdot\, p_{mt_1-1}\, y_{t_1}) \\
& \quad \cdot\ \cdot\ \cdot \\
& + \Sigma x_m \left(p_{mt_\lambda+1}\, y_{t_\lambda+2} + \cdot\cdot\, p_{mt_{\lambda+1}-1}\, y_{t_{\lambda+1}}\right) \\
& \quad \cdot\ \cdot\ \cdot \\
& + \Sigma x_m \left(p_{mt_\mu+1}\, y_{t_\mu+2} + \cdot\cdot\, p_{mt_{\mu+1}-1}\, y_{t_{\mu+1}}\right) * \\
& \quad \cdot\ \cdot\ \cdot \\
& + \Sigma x_m \left(p_{mt_{\nu-1}+1}\, y_{t_{\nu-1}+2} + \cdot\cdot\, p_{mt_\nu-1}\, y_{t_\nu}\right) \\
= \quad & \Sigma y_m (p_{1m}\, x_1 + \cdot\cdot\cdot\, p_{t_1 m}\, x_{t_1-1}) \\
& \quad \cdot\ \cdot\ \cdot \\
& + \Sigma y_m \left(p_{t_\lambda+2\, m}\, x_{t_\lambda+1} + \cdot\cdot\cdot\, p_{t_{\lambda+1}}\, x_{t_{\lambda+1}-1}\right) * \\
& \quad \cdot\ \cdot\ \cdot \\
& + \Sigma y_m \left(p_{t_\mu+2\, m}\, x_{t_\mu+1} + \cdot\cdot\, p_{t_{\mu+1}\, m}\, x_{t_{\mu+1}-1}\right) \\
& \quad \cdot\ \cdot\ \cdot \\
& + \Sigma y_m \left(p_{t_{\nu-1}+2\, m}\, x_{t_{\nu-1}+1} + \cdot\cdot\, p_{t_\nu\, m}\, x_{t_\nu-1}\right)
\end{aligned}
$$

und muss für alle Werthe des Index $m = 1, 2 \ldots \nu$ identisch bestehen. Vergleicht man nun die Coefficienten von

$$x_{t_\lambda+1},\ x_{t_\lambda+2},\ \ldots\ x_{t_{\lambda+1}-1},\ x_{t_{\lambda+1}}$$

in den beiden durch einen * bezeichneten Theilen,[1]) so ergeben sich die folgenden $\alpha_{\lambda+1}$ Systeme von je $\alpha_{\mu+1}$[2]) Gleichungen, wenn noch zur Abkürzung statt p_{ik} einfach i, k gesetzt wird:

Erstes System:

$$
\begin{aligned}
o &= t_\lambda + 2,\ t_\mu + 1, \\
t_\lambda + 1,\ t_\mu + 1 &= t_\lambda + 2,\ t_\mu + 2, \\
\vdots \qquad & \qquad \vdots
\end{aligned}
$$

1) Diese Coeficienten sind im folgenden als „zur Gruppe $[\lambda, \mu]$ gehörig" bezeichnet.

2) Nur das letzte, $\alpha_{\lambda+1}$te System enthält eine Gleichung weniger, was an der betreffenden Stelle durch einen * kenntlich gemacht ist.

$$t_\lambda + 1,\ t_{\overline{\mu+1}}\,2 = t_\lambda + 2,\ t_{\overline{\mu+1}}\,1,$$
$$t_\lambda + 1,\ t_{\overline{\mu+1}}\,1 = t_\lambda + 2,\ t_{\mu+1};$$

Zweites System:

$$o = t_\lambda + 3,\ t_\mu + 1,$$
$$t_\lambda + 2,\ t_\mu + 1 = t_\lambda + 3,\ t_\mu + 2,$$
$$\vdots \qquad \vdots$$
$$t_\lambda + 2,\ t_{\overline{\mu+1}}\,2 = t_\lambda + 3,\ t_{\overline{\mu+1}}\,1,$$
$$t_\lambda + 2,\ t_{\overline{\mu+1}}\,1 = t_\lambda + 3,\ t_{\mu+1};$$
$$\vdots\ \vdots\ \vdots\ \vdots$$

$\alpha_{\overline{\lambda+1}}\,1^{\text{tes}}$ System;

$$o = t_{\lambda+1},\ t_\mu + 1,$$
$$t_{\overline{\lambda+1}}\,1,\ t_\mu + 1 = t_{\lambda+1},\ t_\mu + 2,$$
$$\vdots \qquad \vdots$$
$$t_{\overline{\lambda+1}}\,1,\ t_{\overline{\mu+1}}\,2 = t_{\lambda+1},\ t_{\overline{\mu+1}}\,1,$$
$$t_{\overline{\lambda+1}}\,1,\ t_{\overline{\mu+1}}\,1 = t_{\lambda+1},\ t_{\mu+1};$$

$\alpha^{\text{tes}}_{\lambda+1}$ System:

$$o = t_{\lambda+1},\ t_\mu + 1,$$
$$o = t_{\lambda+1},\ t_\mu + 2,$$
$$\vdots \qquad \vdots$$
$$o = t_{\lambda+1},\ t_{\overline{\mu+1}}\,1.$$

*

Hieraus ergeben sich sofort die zur Gruppe $[\lambda, \mu]$ gehörigen Werthe der Coefficienten von p. Es ist nämlich einerseits:

$$o = t_\lambda + h,\ t_\mu + 1 = t_\lambda + h + 1,\ t_\mu + 2 =$$
$$= t_\lambda + h + 2,\ 1_\mu + 3 = \ldots = t_\lambda + \alpha_{\mu+1} + h - 1,\ t_{\mu+1};$$

für $\qquad h = 2,\ 3\ \ldots\ \alpha_{\lambda+1};$

und dabei ist $t_\lambda + q$ gleich Null zu setzen, sobald der Index q

die Zahl $\alpha_{\lambda+1}$ überschreitet. Es sind demnach im Ganzen

$$\alpha_{\mu+1}\,(\alpha_{\lambda+1} - \alpha_{\mu+1}) + \tfrac{1}{2}\,\alpha_{\mu+1}\,(\alpha_{\mu+1} - 1)$$

Coefficienten gleich Null.

Andererseits aber findet man

$$t_\lambda + 1,\ t_\mu + h = t_\lambda + q,\ t_\mu + q + h - 1$$

für $h = 1, 2 \ldots \alpha_{\mu+1}$, wenn dabei jedesmal der Index q die Werthe

$$1, 2 \ldots \alpha_{\mu+1} - h + 1$$

durchläuft; also noch weitere

$$\tfrac{1}{2}\,\alpha_{\mu+1}\,(\alpha_{\mu+1} + 1) - \alpha_{\mu+1}$$

Gleichungen. Es bleiben demnach nur die $\alpha_{\mu+1}$ Coefficienten

$$t_\lambda + 1,\ t_\mu + q;\quad q = 1, 2, \ldots \alpha_{\mu+1}$$

willkürlich.

Die Coefficienten p_{ik}, welche zur Gruppe $[\lambda, \mu]$; $\lambda \leqq \mu$, $\alpha_\lambda \geqq \alpha_\mu$ gehören, bilden hiernach ein Elementensystem von $\alpha_{\lambda+1}$ Vertical- und $\alpha_{\mu+1}$ Horizontalreihen. Die ersten $\alpha_{\lambda+1} - \alpha_{\mu+1}$ Verticalreihen enthalten nur der Null gleiche Elemente; in den letzten $\alpha_{\mu+1}$ Verticalreihen, die mit den $\alpha_{\mu+1}$ Horizontalreihen ein quadratisches Elementensystem bilden, sind diejenigen Elemente von Null verschieden und unter einander gleich, welche der Hauptdiagonale parallel angeordnet sind. Dies möge durch das Schema

$$\lambda \leqq \mu$$

$$\alpha_{\mu+1}\left\{\begin{array}{cc} \overbrace{0\ 0\ .\ .\ 0}^{\alpha_{\lambda+1} - \alpha_{\mu+1}} & \overbrace{1\ 1\ .\ .\ 1\ 1}^{\alpha_{\mu+1}} \\ 0\ 0\ .\ .\ 0 & 0\ 1\ .\ .\ 1\ 1 \\ .\ .\ .\ .\ . & .\ .\ .\ .\ .\ . \\ 0\ 0\ .\ .\ 0 & 0\ 0\ .\ .\ 0\ 1 \end{array}\right.$$

kenntlich gemacht sein, in welchem diejenigen Symbole 1, welche der Hauptdiagonale parallel angeordnet sind, jedesmal durch ein und denselben willkürlichen Parameter zu ersetzen sind. Ebenso erhält man für $\lambda \geqq \mu$ die durch das folgende Schema

$$\begin{array}{r} \\ \alpha_{\lambda+1} \\ \\ \\ \alpha_{\mu+1}-\alpha_{\lambda+1} \\ \\ \\ \end{array}\overbrace{\left\{\begin{array}{ccccc} 1 & 1 & . & . & 1 \quad 1 \\ 0 & 1 & . & . & 1 \quad 1 \\ . & . & . & . & . \quad . \\ 0 & 0 & . & . & 0 \quad 1 \\ 0 & 0 & . & . & 0 \quad 0 \\ 0 & 0 & . & . & 0 \quad 0 \\ . & . & . & . & . \quad . \\ 0 & 0 & . & . & 0 \quad 0 \end{array}\right.}^{\alpha_{\lambda+1}}$$

angezeigte Vertheilung der Coefficientenwerthe.

Es gehören mithin zur Gruppe $[\lambda, \mu]$, $\lambda \leq \mu$; $\alpha_\lambda \leq \alpha_\mu$, genau $\alpha_{\mu+1}$ vollkommen willkürliche Parameter, und dabei durchlaufen die Zahlen λ, μ selbst die Werthe

$$0, 1, 2 \ldots \nu - 1$$

Es entsprechen daher dem Schema der sämmtlichen Gruppen

$$\begin{array}{llll} [0, 0], & [0, 1] & . \; . \; [0, \nu-2], & [0, \nu-1]; \\ [1, 0], & [1, 1] & . \; . \; [1, \nu-2], & [1, \nu-1]; \\ . & . & . \; . \quad . & . \\ [\nu-1, 0], & [\nu-1, 1] & . \; . \; [\nu-1, \nu-2], & [\nu-1, \nu-1], \end{array}$$

die zugehörigen Anzahlen willkürlicher Parameter

$$\begin{array}{cccccc} \alpha_1, & \alpha_2, & \alpha_3 & . \; . & \alpha_{k-1}, & \alpha_k; \\ \alpha_2, & \alpha_2, & \alpha_3 & . \; . & \alpha_{k-1}, & \alpha_k; \\ \alpha_3, & \alpha_3, & \alpha_3 & . \; . & \alpha_{k-1}, & \alpha_k; \\ . & . & . & . \; . & . & . \\ \alpha_k, & \alpha_k, & \alpha_k & . \; . & \alpha_k, & \alpha_k. \end{array}$$

deren Summe M_ν sich leicht ermitteln lässt. Führt man nämlich statt der Exponenten der Elementartheiler die Ordnung des grössten gemeinsamen Theilers der 0ten, 1ten, 2ten, .. Unterdeterminantensysteme

$$l_0 \; l_1 \; l_2 \; . \; . \; . \; l_{k-1}$$

ein, so ergiebt sich, zufolge der Gleichungen

$$\alpha_k = l_{k-1} - l_k$$

$$M_\nu = l_0 + 2\,[l_1 + l_2 + \ldots l_{k-1}]$$

sowie man das Schema der α nach Diagonalreihen addirt. Damit ist aber der von Herrn Frobenius gegebene Satz[1]) bewiesen:

Ist in der characteristischen Determinante einer Form der grösste gemeinsame Theiler der Unterdeterminanten $n-k$-Grades vom Grade n_k, so ist

$$\Sigma M_\nu = n + 2\,(n_1 + n_2 + \ldots) = n + 2\,w$$

die Anzahl der linear unabhängigen Formen, die mit der Form vertauschbar sind.

Ich gehe nun zu einer Betrachtung der Determinante der Form P oder p über. Sie zerfällt sofort in das Product der Determinanten der Formen p_i. Hat nun z. B. die Form N_i die Elementartheiler mit den Exponenten

$$4,\; 3,\; 2,\; 2$$

so bilde man nach der vorhin[2]) augegebenen Regel das Schema der Coefficienten:

1) a. a. O. S. 29.
2) Seite 292.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Exponent
1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,10	1,11	4
2	0	1,1	1,2	1,3	0	1,5	1,6	0	1,8	0	1,10	
3	0	0	1,1	1,2	0	0	1,5	0	0	0	0	
4	0	0	0	1,1	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	5,10	5,11	3
6	0	0	5,2	5,3	0	5,5	5,6	0	5,8	0	5,10	
7	0	0	0	5,2	0	0	5,5	0	0	0	0	
8	0	0	8,3	8,4	0	8,6	8,7	8,8	8,9	8,10	8,11	2
9	0	0	0	8,3	0	0	8,6	0	8,8	0	8,10	
10	0	0	10,3	10,4	0	10,6	10,7	10,8	10,9	10,10	10,11	2
11	0	0	0	10,3	0	0	10,6	0	10,8	0	10,10	
Exponent		4				3		2		2		

dessen Anordnung wohl keiner weiteren Erläuterung bedarf; jeder Coefficient p_{ik} ist gleich demjenigen vollkommen willkürlichen Parameter, der sich in der Kreuzungsstelle der i^{ten} Vertical- und der k^{ten} Horizontalreihe befindet; gleiche Parameter sind dabei durch gleiche Ziffernpaare bezeichnet. Aus der besonderen Form dieser Determinante ergeben sich folgende Bemerkungen. Dabei mögen von jetzt an die Exponenten der Elementartheiler der characteristischen Function der Form A durch

$$e_0,\ e_1,\ e_2,\ \ldots\ e_k$$

bezeichnet werden.

1) Die Determinante der mit N vertauschbaren Form p enthält der Hauptdiagonale entsprechend das Glied

$$g_0^{e_0}\ g_1^{e_1}\ \ldots\ g_k^{e_k}$$

während in allen anderen Gliedern niedrigere Potenzen der völlig willkürlichen Parameter g vorkommen. Wie man also auch die $2w$ Coefficienten von p wählen mag, die den ungleichen Indices entsprechen, man wird immer die übrigen n unabhängig von diesen und von einander noch so annehmen

können, dass diese Determinante nicht verschwindet. Daraus folgt:

Es gibt genau $n + 2w$ mit A vertauschbare linear von einander unabhängige Formen, deren Determinante nicht verschwindet.

2) Die characteristische Function der allgemeinsten mit A vertauschbaren Form P, d. h. derjenigen aus der jede andere durch geeignete Spezialisirung der willkürlichen Parameter abgeleitet werden kann, ist

$$(\varrho - r_0)^{e_0} (\varrho - r_1)^{e_1} \ldots (\varrho - r_k)^{e_k}$$

wo die r_i völlig willkürliche Grössen bedeuten.[1])

Der Beweis dieses Satzes beruht auf der Zerlegung der Determinante Δ der Form p_i in ein Product von Factoren. Sind nämlich die Exponenten der ersten m Elementartheiler von N_i (nach ihrer Grösse geordnet) unter einander gleich und etwa gleich α, so kann man in den ersten $m\alpha^{\text{ten}}$ Horizontalreihen von Δ (man vergleiche das Schema auf Seite 295) die Elemente in allen auf die $m\alpha^{\text{te}}$ Verticalreihe folgenden Verticalreihen, soweit sie zu diesen Horizontalreihen gehören, durch geignete Subtraction der ersten $m\alpha$ Reihen in Null verwandeln. Demnach tritt aus der Determinante Δ als Factor die Partialdeterminante vom Grade $m\alpha$ heraus, deren Werth durch

$$\begin{vmatrix} 1,1 & 1,\alpha+1 \ldots & 1,(m-1)\alpha+1 \\ \alpha+1,1 & \alpha+1,\alpha+1 \ldots & \alpha+1,(m-1)\alpha+1 \\ \cdot & \cdot \quad \ldots & \cdot \\ (m-1)\alpha+1,1 & (m-1)\alpha+1,\alpha+1 \ldots & (m-1)\alpha+1,(m-1)\alpha+1 \end{vmatrix}^{\alpha} = \delta^{\alpha}$$

1) Da bei willkürlicher Wahl der Parameter schon die ersten Unterdeterminanten der characteristischen Function für $\varrho = r_i$ nicht mehr sämmtlich Null sind, so sind die Zahlen e zugleich die Exponenten der Elementartheiler der characteristischen Function von P.

gegeben ist. Mithin ist

$$\Delta = \delta^{\alpha} \Delta_1.$$

Nun überzeugt man sich leicht davon, dass erstens Δ_1 wieder dieselbe Form besitzt wie Δ selbst, und dass in Δ_1 zweitens diejenigen Elemente bei dem angegebenen Processe der Subtraction unverändert bleiben, aus denen die weiteren aus Δ_1 auszusondernden Factoren zu bilden sind. Sind daher die nächsten m_1 Elementartheilerexponenten alle gleich $\alpha_1 < \alpha$, die m_2 folgenden gleich $\alpha_2 < \alpha_1$ u. s. w., so ergibt sich

$$\Delta = \delta^{\alpha} \delta_1^{\alpha_1} \delta_2^{\alpha_2} \cdots$$

wo nun jedes δ_k eine Determinante m_k. $(m_0 = m)$-Grades bedeutet, welche m_k willkürliche Wurzeln besitzt, wenn man zur characteristischen Function übergeht. Damit ist aber der genannte Satz erwiesen. [1])

Sind insbesondere die Exponenten der zur Wurzel ϱ_i gehörigen Elementartheiler alle ungleich, so sind alle Determinanten δ vom ersten Grade; d. h. die Determinante der Form p_i ist gleich dem Product der in der Hauptdiagonale stehenden Glieder. Sind andererseits diese Exponenten alle gleich eins, so ist diese Determinante gleich der ersten Potenz einer Determinante von $n_i^2 = \nu^2$ willkürlichen Elementen.

§ 3.

Im Anschluss an die letzten Bemerkungen über die characteristische Function der mit einer Form vertauschbaren Formen gebe ich noch den Beweis eines Satzes, den Herr Frobenius ebenfalls mitgetheilt hat.

---

1) Die Determinante des auf S. 295 angeführten Schema's von Elementen wird so gleich

$$(1,1)^4\ (5,5)^3\ [8,8.\ 10,10-8,10.\ 10,8]^2$$

da der Exponent 2 zweimal vorkommt.

„Sind die Formen A und B vertauschbar, so können die Wurzeln ihrer characteristischen Gleichungen einander so zugeordnet worden, dass jede Wurzel der characteristischen Gleichung von AB das Product von zwei entsprechenden Wurzeln jener Gleichung ist.“

Man hat nämlich identisch

$$(A-\varrho E)(B-\sigma E)+\varrho(B-\sigma E)+\sigma(A-\varrho E)=AB-\varrho\sigma E,$$

und hieraus, wenn die Formen A und B vertauschbar sind

$$1)\quad (AB-\varrho\sigma E)^{-1}\left[E+\varrho(A-\varrho E)^{-1}+\sigma(B-\sigma E)^{-1}\right]$$
$$=(B-\sigma E)^{-1}(A-\varrho E)^{-1}$$

Man bezeichne nun die Determinante

$$|A-\varrho E|$$

durch $|A|$, und setze

$$(A-\varrho E)^{-1}=\frac{\alpha}{|A|}=\frac{\alpha_0}{|A_0|};$$

der Index 0 soll ausdrücken, dass alle $|A|$ mit ihren sämmtlichen ersten Unterdeterminanten von gemeinsamen Factoren entfernt sind. Demnach ist $|A^0|$ vom Grade $n-a$ in ϱ; α_0 eine Form, deren Coefficienten ϱ höchstens im Grade $n-a-1$ enthalten. Ebenso mögen die Bezeichnungen

$$(B-\sigma E)^{-1}=\frac{\beta_0}{|B_0|};\ (C-\tau E)^{-1}=\frac{\gamma_0}{|C_0|}$$

gelten, wobei

$$AB=C,\ \varrho\sigma=\tau$$

zu nehmen ist, also $|B_0|$ und $|C_0|$ Functionen $n-b$. resp. $n-c$. Grades in σ, τ sind.

Man setze nun A als willkürlich voraus, B jedoch zunächst so, dass keine der Wurzeln der characteristischen Function von B verschwindet. Hat alsdann $|C-\tau E|$ eine Wurzel $\tau=0$, so muss auch $|A-\varrho E|$ für $\varrho=0$ verschwinden. Ist aber τ_i eine nicht verschwindende Wurzel, σ_j irgend eine

der Wurzeln von $|B|$, und setzt man

$$\frac{\tau_i}{\sigma_j} = \varrho_j,$$

so verschwinden in der aus 1) folgenden Gleichung

$$2)\, \gamma_0 |A_0| |B_0| + \varrho (\alpha_0 \gamma_0) |B_0| + \sigma (\beta_0 \gamma_0) |A_0| = |C_0| (\alpha_0 \beta_0)$$

die beiden Determinanten $|C_0|$ und $|B_0|$, also muss auch

$$(\beta_0 \gamma_0) |A_0|$$

Null sein. Nun kann die Form $(\beta_0 \gamma_0)$ nicht bei beliebigem σ verschwinden. Denn die Determinante $|B|$ verschwindet überhaupt nicht identisch, also auch nicht die Determinante der Coefficienten von β_0. Daher könnte diese Form nur dann verschwinden, wenn alle Coefficienten von γ_0 für $\tau = \tau_i$ Null wären, was der Voraussetzung widerspricht. Da nun jene Form der Bezug auf σ höchstens vom Grade $n - b - 1$ ist, während $|B_0|$ für $n - b$ Wurzelwerthe verschwindet, so muss mindestens für einen Wurzelwerth σ_{j0} auch $|A_0|$ verschwinden, d. h. es ist

$$\tau_i = \sigma_{j0} \varrho_{j0},$$

wo σ_{j0}, ϱ_{j0} entsprechende Wurzeln der zu den vertauschbaren Formen A und B gehörigen characteristischen Functionen sind. Hat demnach $|A|$ nur verschwindende Wurzeln, so kann auch $|C|$ nur verschwindende Wurzeln haben, wie auch B gewählt sein mag.

Aus bekannten Ueberlegungen aber geht endlich hervor, dass, wenn die Parameter in B irgendwie specialisirt werden, die nachgewiesene Beziehung zwischen den Wurzeln von $|A|$, $|B|$, $|C|$ erhalten bleiben muss.

Diese Betrachtung gestattet indessen nicht unmittelbar einen Schluss auf die Vielfachheit, in welcher die Wurzeln von $|C|$ auftreten. Letztere ergiebt sich indessen leicht aus den Bemerkungen des § 2).

Es sei B die allgemeinste mit A vertauschbare Form.

Dann hat die characteristische Function von B, wie gezeigt, die Wurzelfactoren

$$(\varrho - r_0)^{e_0} (\varrho - r_1)^{e_1} \ldots (\varrho - r_k)^{e_k}$$

während die characteristische Function von A aus den Factoren

$$(\varrho - \varrho_0)^{e_0} (\varrho - \varrho_1)^{e_1} \ldots (\varrho - \varrho_k)^{e_k}$$

besteht. Und die characteristische Function von $AB = C$ besitzt dann die Wurzelfactoren

$$(\tau - \tau_0)^{e_0} (\tau - \tau_1)^{e_1} \ldots (\tau - \tau_k)^{e_k} ,$$

wo allgemein

$$\tau_i = \varrho_i r_i$$

zu setzen ist. Aus diesem Satze kann man durch Specialisirung der Form B leicht für jeden vorliegenden Fall die vervollständigte Ausdrucksweise herleiten, welche dem Theorem von Herrn Frobenius gegeben werden kann.

Der Beweis dieses letzteren Satzes beruht auf der Bemerkung, dass wenn B mit A vertauschbar ist, auch AB mit A vertauschbar ist. Die Determinante von AB hat daher dieselbe Anordnung wie die in § 2 characterisirte, und man überzeugt sich leicht, dass auch die Wurzeln der characteristischen Function dabei in der angegebenen Weise gepaart werden.

Verzeichniss der eingelaufenen Druckschriften

Januar bis Juni 1889.

Die verehrlichen Gesellschaften und Institute, mit welchen unsere Akademie in Tauschverkehr steht, werden gebeten, nachstehendes Verzeichniss zugleich als Empfangsbestätigung zu betrachten. — Die zunächst für die philos.-philol. Classe bestimmten Druckschriften sind in deren Sitzungsberichten 1889 Bd. I Heft III verzeichnet.

Von folgenden Gesellschaften und Instituten:

Royal Society of South Australia in Adelaide:

Transactions and Proceedings. Vol. IV. V. VII. 1882—85. 8⁰.

State Museum of Natural History in Albany. N. Y.:

40. and 41. annual Report. 1887—88. 8⁰.
Bulletin. Nr. 2—6. 1887—1888. 8⁰.

Société d'études scientifiques in Angers:

Bulletin. Nouv. Série. Année XVI. 1886. 1887. 8⁰.

R. Accademia Petrarca di scienze in Arezzo:

Atti. Vol. VII. part. 1. 2. 1887. 8⁰.

Johns Hopkins University in Baltimore:

American Chemical Society. Vol. X. Nr. 4—6. 1888. 8⁰.
American Journal of Mathematics. Vol. X. Nr. 4. Vol. XI. Nr. 1. 2. 1888/89 4⁰.

Magnetical and Meteorological Observatory in Batavia:

Observations. Vol. VIII. and X. 1888. Fol.
Rainfall. 9th year 1887. 1888. 8⁰.

K. geologische Landesanstalt und Bergakademie in Berlin:

Abhandlungen zur geologischen Specialkarte von Preussen. Bd. VI, 4 mit Atlas. Bd. VIII. 3. 1888. 8⁰ und Fol.
Jahrbuch für das Jahr 1887. 1888. 8⁰.

Centralbureau der internationalen Erdmessung in Berlin:

Boersch, Geodätische Literatur. Berlin 1889. 4⁰.

Deutsche chemische Gesellschaft in Berlin:

Berichte. 21. Jahrg. Nr. 18 und 19. 22. Jahrg. Nr. 1—9. 1888—89. 8⁰.

Deutsche geologische Gesellschaft in Berlin:

Zeitschrift. Bd. XL. 3. 1888. 8⁰.

Medizinische Gesellschaft in Berlin:

Verhandlungen a. d. J. 1888. Bd. XIX. 1889. 8⁰.

Physikalische Gesellschaft in Berlin:

Verhandlungen im Jahr 1888. VII. Jahrg. 1889. 8⁰,

Physiologische Gesellschaft in Berlin:

Centralblatt für Physiologie. 1888 Nr. 19—26. 1889 Nr. 1—6. 8⁰.
Verhandlungen 1888—1889. Nr. 1—6. 8—10. 1889. 8⁰.

K. Technische Hochschule in Berlin:

Die Aufgaben der Hydrotechnik. Rede von Julius Schlichting. 1889. 4⁰.

K. geodätisches Institut in Berlin:

Astronomisch-geodätische Arbeiten I. Ordnung im Jahre 1886/87.
Das Märkisch-Thüringische Dreiecksnetz.
Polhöhen-Bestimmungen aus dem Jahre 1886.
Gewichtsbestimmungen für Seitenverhältnisse in schematischen Dreiecksnetzen, von P. Simon.
Lotabweichungen in der Umgebung von Berlin.
sämmtlich 1889. 4⁰.

K. Preussisches meteorologisches Institut in Berlin:

Instruktion für die Beobachter an den meteorol. Stationen II. III. und IV. Ordnung. 1888. 4⁰.

Commission für die Beobachtung des Venus-Durchgangs in Berlin:

Die Venus-Durchgänge von 1874 und 1882. Bd. II. 1889. 4⁰.

K. Sternwarte in Berlin:

Beobachtungs-Ergebnisse. Heft I—IV. 1881—88. 4⁰.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift in Berlin:

Wochenschrift. Bd. 3. Nr. 14—26. Bd. 4. Nr. 1—14. 1889. 4⁰.

Zeitschrift für Instrumentenkunde in Berlin:

Zeitschrift. 9. Jahrg. 1889. Heft 1—6. 1889. gr. 8⁰.

Schweizerische Naturforschende Gesellschaft in Bern:

Verhandlungen in Solothurn 6.—8. August 1888. Solothurn 8⁰.

Compte rendu des travaux de la Société helvétique réunie a Soleure 1888. Genève 1888. 8⁰.
Mittheilungen aus dem Jahre 1888. Nr. 1195—1214. 1889. 8⁰.

Schweizerische Geologische Commission in Bern:

Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. Lief. XXIV. 4. 1888. 4⁰.

Naturforschender Verein der preuss. Rheinlande in Bonn:

Verhandlungen. 45. Jahrg. 2. Hälfte. 1888. 8⁰.

Société des Sciences physiques et naturelles in Bordeaux:

Mémoires. 3e Serie. tom. III. cahier 2. Paris 1887. 8⁰.
Observations pluviométriques 1886—87 par M. Rayet. Bordeaux 1887. 8⁰.

Société de géographie commerciale in Bordeaux:

Bulletin. 1888 Nr. 24. 1889 Nr. 1—6. 8—12. 8⁰.

Boston Society of natural History in Boston:

Proceedings. Vol. XXIII. part. III. IV. 1888. 8⁰.

Verein für Naturwissenschaft in Braunschweig:

5. Jahresbericht f. d. J. 1886—1887. 1887. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Bremen:

Abhandlungen. Bd. X. Heft 3. 1889. 8⁰.

Naturforschender Verein in Brünn:

Verhandlungen. Bd. XXVI. 1887. 1888. 8⁰.
VI. Bericht der meteorologischen Commission f. d. J. 1866. 1888. 8⁰.

Académie Royale de médecine in Brüssel:

Bulletin. 4. Ser. tom. II. Nr. 11. Tom. III. 1—5. 1888—89. 8⁰.
Mémoires couronnés in 8⁰. Tom. IX. Fasc. 1. 1889. 8⁰.

Observatoire Royal in Brüssel:

Annales. Nouvelle. Série. Annales astronomiques. Tom. V. Fasc. 3. Tom. VI. IIe Série. Annales météorologiques. Tom. II. 1885—87. 4⁰.
Annuaire 1885, 1886, 1887, 1888. 1884—87. 8⁰.
J. C. Houzeau, Bibliographie générale de l'Astronomie. Tom. I. part. 1. 1887. 8⁰.

K. ungarische Akademie der Wissenschaften in Budapest:

Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn. Bd. VI. Berlin und Budapest 1889. 8⁰.

K. ungarische naturwissenschaftliche Gesellschaft in Budapest:

A Magyar halászat könyve. (Das Buch von der ungarischen Fischerei) von Otto Herman. 2 Bände. 1887. 8⁰.

Népszerü természéttudományi elöadások gyüteménye. (Sammlung populärer naturwissenschaftlicher Vorträge.) Jahrg. 9 und 10. 1886/87. 8⁰.
Természettu dományi könyv-kiadó-vállalat. (Sammlung naturwissenschaftlicher Werke.) Bd. 29—32. 1888. 8⁰.
Ludwig Simonkai, Enumeratio florae transsilvanicae vesculosae critica. 1886. 8⁰.
Eugenius Daday de Deés, Cristacea Cladocera faunae Hungaricae. 1888. 4⁰.

K. ungarische geologische Anstalt in Budapest:

Földtani közlöny. Bd. XVIII. Nr. 5—12. Bd. XIX. Nr. 1—6. 1888—89. 8⁰.
Umgebungen von Bánffy-Hunyad, von Anton Koch. Dasselbe in ungarischer Sprache. 1889. 8⁰.
Der Hollóházaer Rhyolith-Kaolin von Lud. Petrik. 1889. 8⁰.
Jahresbericht für 1887 mit 2 Karten. 1889. 8⁰.
Mittheilungen. Bd. VIII. Heft 7. 8. 1889. 8⁰.
Evkönyve. Bd. VIII. Heft 7. 8. 1889. 8⁰.

Museo nacional in Buenos Aires:

Anales. Entregà XV. 1888. 4⁰.

Instituto y Observatorio de marina de San Fernando, Cadiz:

Anales. Seccion 2a. Observaciones meteorologicas año 1887. 1888. Fol.

Meteorological Department of the government of India in Calcutta:

Report on the Meteorology of India in 1886. By John Eliot. 1887. Fol.
Indian Meteorological Memoirs. Vol. IV. part. 4 und 6. 1887 und 1889. Fol.
Memoir on the Winds and Monsoons by W. L. Dallas. 1887. Fol.
Meteorological Observations. Aug.—December 1888. 1888. Fol.

Indian Museum in Calcutta:

A. Catalogue of the Moths of India by E. C. Cotes and C. Swinhoe. Part IV. V. VI. 1888—1889. 8⁰.
Records of the geological Survey of India. Vol. XXII. part 2. 1889. 8⁰.

Geological Survey Office in Calcutta:

Palaeontologia Indica. Ser. XIII. Nr. 1. Fasc. 7. 1887. Fol.
Records. Vol. XXI. part. 4. Vol. XXII. part. 1. 1888—89. 4⁰.

Asiatic Society of Bengal in Calcutta:

Descriptions of New-Indian Lepidopterous Insects. Part. III. Heterocera (continued) by Fred. Moore. 1888. 4⁰.

Philosophical Society in Cambridge:

Proceedings. Vol. VI. part 4. 5. 1888—89. 8⁰.
Transactions. Vol. XIV. part 3. 1889. 4⁰.

American Philosophical Association in Cambridge, Mass.:

Transactions. Vol. XVIII. 1887. Boston 1888. 8⁰.

Museum of comparative zoölogy at Harvard College in Cambridge, Mass.:

Annual Report for 1887—88. 1888. 8⁰.
Bulletin. Vol. XVI. Nr. 3. 4. Vol. XVII. Nr. 3. 1888—89. 8⁰.

Accademia Gioenia in Catania:

Bullettino mensile. Nuova Serie. Fasc. 2—5. Dec. 1888—Aprile 89. 8⁰.

K. sächsisches meteorologisches Institut in Chemnitz:

Vorläufige Mittheilung aus den Jahrbüchern. (1889). 4⁰.

K. Universität in Christiania:

Jahrbuch des norwegischen meteorologischen Instituts für 1885 und 1886. 1886—87. 4⁰.
Zonenbetrachtungen von C. Fearnley und H. Geelmuyden. 1888. 4⁰.
Bömmelöen og Karmöen, geologisk beskrevne af Hans Reusch. 1888. 4⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Danzig:

Schriften. N. Folge. Bd. VII. Heft 2. 1889. 8⁰.

École Polytechnique in Delft:

Annales. Tom. IV. livr. 3. 4. Leiden 1888. 4⁰.

Naturforscher-Gesellschaft der Universität Dorpat:

Sitzungsberichte. Bd. VIII. Heft 3. 1889. 8⁰.
Archiv für die Naturkunde Liv-, Esth- und Kurlands. I. Serie. Bd. IX. Lief. 5. 1889. 8⁰.

Union géographique du Nord de la France in Douai:

Bulletin. Tom. IX. Mai — Oct. 1888. 8⁰.

Royal College of Physicians in Edinburgh:

Reports from the Laboratory of the Royal College of Physicians. Vol. I. 1889. 8⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Emden:

72. und 73. Jahresbericht 1886/1888. 1889. 8⁰.

Reale Accademia dei georgofili in Florenz:

Atti. IV. Serie. Vol. X. Supplemento. XI. disp. 4. XII. disp. 1. 1888/89. 8⁰.

Physikalischer Verein in Frankfurt a/M.:

Jahresbericht für das Rechnungsjahr 1886—87. 1888. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Frankfurt a/O.:

Monatliche Mittheilungen. 6. Jahrg. 1888/89. Nr. 7—11. 8⁰.

Société de physique et d'histoire naturelle in Genf:

Mémoires. Tom. XXX. part. 1. 1888. 4⁰.

Kruidkundig Genootschap Dodonaea in Gent:

Botanisch Jaarboek. I. Jahrg. 1889. 8⁰.

Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Giessen:

26. Bericht. 1889. 8⁰.

Geological Society in Glasgow:

Transactions. Vol. VIII. part 2. 1888. 8⁰.

Denison University in Granville, Ohio:

The Bulletin. Vol. 4. part 1. 2. 1888. 8⁰.

Naturforschende Gesellschaft für Neu-Vorpommern und Rügen in Greifswald:

Mittheilungen. 20. Jahrg. 1888. Berlin 1889. 8⁰.

Kaiserl. Leopoldinisch-Carolinische Akademie der Naturforscher in Halle:

Heft XXIV. Nr. 23. 24. Heft XXV. Nr. 1—6. 1888—89. 4⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen in Halle:

Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. 61. Heft 1—4. 1888. 8⁰.

Deutsche Seewarte in Hamburg:

Bericht über die Verhandlungen des internationalen meteorolog. Comités 1888. 1889. 4⁰.

Société Hollandaise des sciences exactes in Harlem:

Archives Néerlandaises. Tom. XXIII. Livr. 2. 1889. 8⁰.

Universität Heidelberg:

Ueber den Kampf des menschlichen Körpers mit den Bakterien. Rede von Julius Arnold. 1888. 4⁰.

Naturhistorisch-medizinischer Verein in Heidelberg:

Verhandlungen. N. F. Bd. IV. Heft 2. 1889. 8⁰.

Société de géographie Finnlandaise in Helsingfors:

Fennia I. 1889. 8⁰.

Medicinisch-naturwissenschaftliche Gesellschaft in Jena:

Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. XXIII. Heft 1—3. 1888—89. 8⁰.

Section médicale de la Société des sciences expérimentales in Kharkow:

Travaux. 1888. Fasc. I. 1889. 8⁰.

Ministerial-Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel:

Ergebnisse der Beobachtungs-Stationen. Jahrg. 1887. Heft X—XII. Berlin 1889 quer 4⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein für Schleswig-Holstein in Kiel:

Schriften. Bd. VII, 2. 1889. 8⁰.

Naturhistorisches Landesmuseum in Klagenfurt:

Carinthia. 78. Jahrg. 1888. 8⁰.

Aerztliche naturwissenschaftliche Gesellschaft in Klausenburg:

Orvos-természettadomanyi Értesitö. (Nachrichtenblatt.) 2 Hefte. 1888. 8⁰.

K. Akademie der Wissenschaften in Kopenhagen:

Skrifter Naturvid. Afdel. Bd. IV. Nr. 8. 1888. 4⁰.

Archiv der Mathematik und Physik in Leipzig:

Archiv. II. Reihe. Theil VII. Heft 3. 4. 1889. 8⁰.

Astronomische Gesellschaft in Leipzig:

Vierteljahresschrift. 23. Jahrg. Heft 3. 4. 24. Jahrg. Heft 1. 2. 1888—89. 8⁰.

K. Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig:

Abhandlungen der math.-phys. Classe. Bd. XV. Nr. 1—6. 1889. 4⁰.
Berichte der math.-phys. Classe. 1888. Heft 1. 2. 1889. Heft 1. 1889. 8⁰.

Journal für praktische Chemie in Leipzig:

Journal. N. F. Bd. 38. Heft 10. Bd. 39. Heft 1—9. 1888—89. 8⁰.

Ungarischer Karpathen-Verein in Löcse:

Jahrbuch I. III—VIII. X—XVI. 1874/75. 1877. 1879/89. Iglö 8⁰.

Royal Institution of Great Britain in London:

Proceedings. Vol. XII. part 2. 1889. 8⁰.
List of the Members in 1887. 1888. 8⁰.

Her Majesty's Stationery Office in London:

The Voyage of H. M. S. Challenger. Zool. Vol. 28. 29. (Text 2 Voll. Plates 1 Vol.). Vol. 30. 1. 2. Vol. 31. 1888—89. 4⁰.

Royal Society in London:

Proceedings. Vol. 45. Nr. 273—279. 1888—89. 8⁰.

Royal Astronomical Society in London:

Monthly Notices. Vol. 49. Nr. 2—7. 1888—89. 8⁰.

Chemical Society in London:

Journal 1888. Indexes. 1889. Nr. 314—319. 1888—89. 8⁰.
Abstracts of the Proceedings. Session 1888—1889. Nr. 59—70. 8⁰.

Geological Society in London:

The quarterly Journal. Vol. 44. part I—IV. Nr. 173—176. 1888. 8⁰.

Medical and chirurgical Society in London:

Medico-chirurgical Transactions. Vol. LXXI. 1888. 8⁰.

Royal Microscopical Society in London:

Journal. 1888. part 6. 1889. part 1—3. 1888—89. 8⁰.

Zoölogical Society in London:

Proceedings. 1888. part IV. 1889. 8⁰.
Transactions. Vol. XII. part 8. 1889. 4⁰.

Zeitschrift „Nature" in London:

Nature. Vol. 39. Nr. 998—1006. 1008—1017. 1022—23. Vol. 40. Nr. 1018—21. 1024—26. gr. 8⁰.

Société géologique de Belgique in Lüttich:

Annales. Tom. XIII. 1. 2. XIV. 1. XV. 1—3. 1887—88. 8⁰.

Government Astronomer in Madras:

Madras Meridian Circle. Observations in the years 1865—67. 1888. 4⁰.

R. Academia de ciencias exactas in Madrid:

Anuario. 1889. 8⁰.

Reale Osservatorio astronomico di Brera in Mailand:

Osservazzioni meteorologiche eseguite nell' anno 1888. 1889. 4⁰.
Pubblicazioni. Nr. 34. 1889. 4⁰.

Public Library of Victoria in Melbourne:

Prodromus of the Zoology of Victoria by Fred. McCoy. Decade XVII. 1888. 8⁰.

Iconography of Australian Species of Acacia, by Baron Ferd. v. Mueller. Decade XII. XIII. 1888. 4⁰.

Sociedad scientifica „Antonio Alzate" in Mexico:

Memórias. Tom. II. Nr. 5—8. 1888—89. 8⁰.

Sociedad de geografia in México:

Boletin. Tom. I. Nr. 3. 4. 1888. 8⁰.

Società dei Naturalisti in Modena:

Atti. Memorie. Ser. III. Vol. VII. Anno XXII. Fasc. 2. 1888. 8⁰.

Société Impériale des Naturalistes in Moskau:

Bulletin. 1888. Nr. 4. 1889. 8⁰.

Deutsche Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte in Berlin und München:

Correspondenzblatt. 19. Jahrg. 1888. Nr. 11. 12. 20. Jahrg. 1889. Nr. 1. 2. 1888—89. 4⁰.

Kaufmännischer Verein in München:

15. Jahresbericht für 1888/89. 8⁰.

Société des sciences in Nancy:

Bulletin. Sér. II. Tom. IX. Fasc. 21. 20e année 1887. Paris 1888. 8⁰.

Accademia delle scienze fisiche e matematiche in Neapel:

Rendiconti. Serie II. Vol. 2. 1888. Fasc. 1—12. 1888. 4⁰.

Zoologische Station in Neapel:

Mittheilungen. Bd. VIII. Heft 3. 4. Bd. IX. Heft 1. Berlin 1888—89. 8⁰.

Société des sciences naturelles in Neuchatel:

Bulletin. Tom. XVI. 1888. 8⁰.

Institute of Engineers in Newcastle-upon-Tyne:

Transactions. Vol. 37. part 6. Vol. 38. part 1. 2. 1888—89. 8⁰.

American Journal of Science in New-Haven:

The American Journal. 3. Ser. Vol. XXXVI. Nr. 215—220. Nov. 1888 — Apr. 89. 8⁰.

American geographical Society in New-York:

Bulletin. Vol. XX. 1888. Nr. 4. und Supplement. Vol. XXI. 1889. Nr. 1. 1888—89. 8⁰.

Neurussische naturforschende Gesellschaft in Odessa:

Sapiski. Tom. XIII. 2. 1888. 8⁰.
Sapiski matematitscheskago obschtschestwa. Tom. VIII. 1888. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Osnabrück:

7. Jahresbericht f. d. J. 1885—88. 1889. 8⁰.

Società Veneto-Trentina di sciense naturali in Padua:

Atti. Fol. X. Fasc. 2. 1889. 8⁰.

Circolo matematico in Palermo:

Rendiconti. Tomo III. anno 1889. Fasc. 1. 2. 3. 8⁰.

Académie de médecine in Paris:

Bulletin. 1889. Nr. 1—25. 8⁰.

Académie des sciences in Paris:

Comptes rendus. Tom. 107. Nr. 27. Tom. 108. Nr. 1—25. 1888/89. 4⁰.
Collection des anciens alchimistes grecs par M. Berthelot. Livr. III. IV. 1888. 4⁰.

Moniteur scientifique in Paris:

Moniteur scientifique. Livr. 565—571. Janv.—Juillet 1889. gr. 8⁰.

Revue internationale de l'électricité in Paris:

Revue. Tom. VIII. Nr. 73—84. 1889. gr. 8⁰.

Société de géographie in Paris:

Compte rendu. 1888. Nr. 16. 17. 1889. Nr. 1—11. 8⁰.
Bulletin. 1888. Trimestre IV. 8⁰.

Société mathématique de France in Paris:

Bulletin. Tom. XVI. Nr. 5. 6. Tom. XVII. Nr. 1—3. 1888—89. 8⁰.

Société zoologique de France in Paris:

Mémoires. Vol. I. part. 23. 1888—89. 8⁰.
Bulletin. Tom. XIII. Nr. 7—10. Tom. XIV. Nr. 1. 2. 4. 5. 1888—89. 8⁰.

Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Petersburg:

Neue Reduction der Bradley'schen Beobachtungen von 1754—1762 von Arthur Auwers. Bd. III. 1888. Fol.

Physikalisch-chemische Gesellschaft an der Kais. Universität in Petersburg:

Schurnal. Tom. XX. Nr. 9. Tom. XXI. Nr. 1—5. 1888—89. 8⁰.

Physikalisches Central-Observatorium in Petersburg:

Annalen. Jahrg. 1887. Theil II. 1888. 4⁰.

Academy of natural sciences in Philadelphia:

Proceedings. 1888. part III. 1888. 8⁰.

American pharmaceutical Association in Philadelphia:

Proceedings at the 36th annual Meeting, Sept. 1888. 8⁰.

Journal of comparative Medicine and Surgery in Philadelphia:

Journal. Vol. X. Nr. 1. 2. 1889. 8⁰.

American Philosophical Society in Philadelphia:

Proceedings. Vol. XXV. Nr. 128.
Supplementary Report of the Committee appointed to consider an international language.
Rules and Regulations of the Magellanic Premium.
Rules and Regulations of the Henry M. Phillips' Prize Essay Fund. sämmtlich 1888. 8⁰.

Second Geological Survey of Pennsylvania in Philadelphia:

Eastern Middle Anthracite Field. Atlas. part II. 1888. 8⁰.

Società Toscana di scienze naturali in Pisa:

Atti. Processi-verbali. Vol. VI. pag. 141—188. 211—254. 1888—89. 8⁰.

Sternwarte in Pulkowa:

Beobachtungen der Saturns-Trabanten. I. Abth. von Herm. Struve. Petersburg 1888. 4⁰.
Observations de Poulkova. Vol. XIV. Petersburg 1888. 4⁰.
Stern-Ephemeriden auf das Jahr 1889 von W. Doellen. 1888. 8⁰.

Observatorio in Rio de Janeiro:

Revisto do Observatorio. Anno IV. 1889. Nr. 1—4. 8⁰.

Naturforscher-Verein in Riga:

Correspondenzblatt. XXXI. 1888. 8⁰.

Accademia Pontificia de' nuovi Lincei in Rom:

Atti. Anno XXXIX. Sessione 1—7. 1888—89. 4⁰.

R. Comitato geologico d'Italia in Rom:

Bollettino. 1888. Nr. 9—12. 1889. Nr. 1—4. 1888-89. 8⁰.

Academy of Science in St. Louis, U. S. A.:

The Transactions. Vol. V. Nr. 1. 2. 1888. 8⁰.

Naturwissenschaftliche Gesellschaft in St. Gallen:

Bericht über die Thätigkeit w. d. J. 1886/87. 1888. 8⁰.

R. Accademia dei Fisiocritici in Siena:

Atti. Serie IV. Vol. I. Fasc. 1—3. 1889. 8⁰.

Société des Sciences in Strassburg:

Bulletin mensuel. Tom. XXII. 1888. Fasc. de Dec. Tom. XXIII. 1889. Janvier—Mai. Fasc. 1—5. 1888—89. 8⁰.

Observatoire astronomique in Taschkent:

Sapiski (Annalen). Vol. II. Moskau 1888. 4⁰.

Kongeliche Norske Videnskabers Selskab in Throndhjem:

Skrifter 1886 og 1887. 1888. 8⁰.

Deutsche Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens in Tokyo:

Mittheilungen. Suppl.-Heft zu Bd. V. und Heft 41. 1889. Fol.

Imperial University in Tokyo, Japan:

The Journal of the College of Science. Vol. II. part 4. 5. Tokyo 1888—89. 4⁰.

Canadian Institute in Toronto:

Annual Report. Session 1887—88. 1889. 8⁰.
Proceedings. Vol. XXIV. Nr. 151. 1889. 8⁰.

Società adriatica di scienze naturali in Triest:

Bollettino. Vol. XI. 1889. 8⁰.

R. Accademia della scienza in Turin:

Bollettino dell' Osservatorio della regia Università di Torino. Anno XXII. (1887). 1889. 4⁰.

Universität in Upsala:

Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique. Vol. XX. Année 1888. 1888—89. Fol.

Public Library, Museums and National Gallery in Victoria:

Mc Coy, Prodromus of the zoology of Victoria. Decade XVI. Melbourne 1888. 8⁰.

Chief Signal Officer, U. S. Army in Washington:

Annual Report of the Secretary of War for the year 1887. Vol. IV. part 2. 1887. 8⁰.

U. S. Coast and Geodetic Survey Office in Washington:

Bulletin. Nr. 5—8. 1888—89. 4⁰.

United States Geological Survey Office in Washington:

Bulletin. Nr. 40—47. 1887—88. 8⁰.
Mineral Resources of the United States for the year 1887, by David T. Day. 1888. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein des Harzes in Wernigerode:

Schriften. 3. Bd. 1888. 8⁰.

Kais. Akademie der Wissenschaften in Wien:

Die europäische Türkei von Ami Boué. Deutsch herausgegeben. 2 Vol. 1889.
Denkschriften. Math.-naturw. Classe. Bd. 54. 1888. 4⁰.
Sitzungsberichte. Math.-naturw. Classe. I. Abth. 1888. Nr. 1—5. II. Abth. a. 1888. Nr. 1—7. II. Abth. b. 1888. Nr. 1—7. III. Abth. 1888. Nr. 1—6. 8⁰.

Anthropologische Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Bd. XIX. Heft 1—2. 1889. 4⁰.

K. K. Gesellschaft der Aerzte in Wien:

Medizinische Jahrbücher. Jahrg. 1888. Heft 6—8. 1888—89. 8⁰.

K. K. geographische Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Bd. XXXI. 1888. 8⁰.

Zoologisch-botanische Gesellschaft in Wien:

Verhandlungen. Jahrg. 1888. Bd. 38. Quart. III. IV. 1888. 8⁰.

K. K. naturhistorisches Hofmuseum in Wien:

Annalen. Bd. IV. Nr. 2. 1889. 4⁰.

K. K. geologische Reichsanstalt in Wien:

Verhandlungen. 1888. Nr. 15—18. 1889. Nr. 1—6. 1888—89. 4⁰.
Jahrbuch. 1888. Bd. 38. Heft 4. 1888—89. 4⁰.

v. Kuffner'sche Sternwarte in Wien:

Publicationen. 1. Bd. 1889. 4⁰.

Nassauischer Verein für Naturkunde in Wiesbaden:

Jahrbücher. Jahrg. 41. 1888. 8⁰.

Physikalisch-medizinische Gesellschaft in Würzburg:

Verhandlungen. N. F. Bd. XXII. 1889. 8⁰.
Sitzungsberichte. Jahrg. 1888. 1888. 8⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Zürich:

Vierteljahrsschrift. Jahrg. 33. Heft 2. 1888. 8⁰.

Schweizerische geodätische Commission in Zürich:

Das Schweizerische Dreiecksnetz. Bd. IV. 1889. 4⁰.

Von folgenden Herren:

Johann von Asbóth in Wien:

Bosnien und die Herzegowina. 1888. 4⁰.

A. Blytt in Christiania:

The probable cause of the displacement of beach-lines. 1889. 8⁰.
On variations of climate in the course of time. 1886. 8⁰.

James D. Dana in New-Haven:

On the Volcanoes and Volcanoese — Phenomena of the Hawaiian Islands. 1887—89. 8⁰.

Eduard R. Dickerson in Princeton, N.-Y.:

Joseph Henry and the magnetic Telegraph. New-York 1885. 8⁰.

F. C. Donders (†) in Utrecht:

Onderzoekingen in het physiologisch Laboratorium. 3. Reeks. XI. 1889. 8⁰.

R. Fresenius in Wiesbaden:

Chemische Analyse der Soolquelle im Admiralsgarten-Bad in Berlin. Wiesbaden 1888. 8⁰.
Chemische Analyse der Kaiser-Friedrich-Quelle zu Offenbach a/M. Wiesbaden 1889. 8⁰.

Johann Hülss in Mailand:

Die Quadratur des Kreises und ihre Lösung. 1889. 8⁰.

A. von Kölliker in Würzburg:

Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 6. Aufl. Bd. 1. Leipzig 1889. 8⁰.

Hermann Kopp in Heidelberg:

Ueber die Molecularvolume von Flüssigkeiten. Leipzig 1889. 8⁰.

Elias Loomis in New-Haven:

Contributions to Meteorology. Chapter III. 1889. 4⁰.

S. Nikitin in Petersburg:

Bibliothèque géologique de la Russie. IV. 1888. 1889. 8⁰.
Notes sur la géologie de l'Asie Centrale I. 1889. 8⁰.
Quelques excursions dans les Musées. Brux. 1889. 8⁰.

Gustav Ad. V. Peschka in Brünn:

Freie Perspective. Bd. I. II. Leipzig 1888/89. 8⁰.

Alfred Preudhomme de Borre in Brüssel:

Répertoire alphabétique des noms spécifiques admis ou proposés dans la sous-famille des Libellulines. 1889. 8⁰.

Michele Stosich in Triest:

Il genere Physaloptera Rudolphi. 1889. 8⁰.
Brani di elmintologia Tergestina. Serie VI. 1889. 8⁰.

A. Westphal in Berlin:

Basisapparate und Basismessungen. II. 1888. gr. 8⁰.

Rudolf Wolf in Zürich:

Astronomische Mittheilungen. LXXII. 1888. 8⁰.

Frau Baronin Wüllerstorf-Urbair, geb. Gräfin Rothkirch-Panthen in Wien:

Vermischte Schriften des Freih. Bernh. von Wüllerstorf-Urbair. Herausgeg. von seiner Wittwe. Graz 1889. 8⁰.

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 2. November 1889.

1. Herr EUGEN LOMMEL legte eine Mittheilung über „die Curven gleicher Lichtstärke in den Axenbildern doppelbrechender Krystalle" vor.

2. Herr AUREL VOSS sprach: „über einen Satz aus der Theorie der Determinanten."

3. Herr WILHELM VON GÜMBEL hielt einen Vortrag: „geologische Bemerkungen über die warmen Quellen von Gastein und ihre Umgebung."

Die Curven gleicher Lichtstärke in den Axenbildern doppelbrechender Krystalle.

Von E. Lommel.

(*Eingelaufen 2. November.*)

In einer älteren Abhandlung[1]) habe ich die Curven gleicher Lichtstärke (man kann sie „Isophoten" nennen), welche in den Interferenzbildern doppelbrechender Krystall-

1) Lommel, Die Interferenzerscheinungen zweiaxiger, senkrecht zur ersten Mittellinie geschnittener Krystallplatten im homogenen polarisirten Licht; Pogg. Ann. 120. 69—95. 1863.

platten im convergenten polarisirten Lichte auftreten, wie ich glaube zuerst,[1]) zur Sprache gebracht.

Die Lichtstärke J^2 in einem Punkte des Bildes ist ausgedrückt durch die Gleichung:

$$J^2 = A^2 \left(\cos^2 (\varphi - \psi) - \sin 2 (\alpha - \varphi) \sin 2 (\alpha - \psi) \sin^2 \pi \vartheta\right),$$

wenn A die Amplitude des einfallenden Lichtes, φ und ψ die Winkel der Schwingungsrichtungen des Polarisators und Analysators, α den Winkel der im betrachteten Punkte stattfindenden Schwingung mit einer festen Richtung des Gesichtsfeldes, und ϑ den daselbst stattfindenden Gangunterschied, in Wellenlängen ausgedrückt, bedeuten.

Die Gestalt der Erscheinung ist in jedem Falle bedingt durch zwei Systeme krummer Linien, die Curven gleichen Gangunterschiedes (Isochromaten) und die Curven gleicher Schwingungsrichtung (Isogyren), deren resp. Gleichungen sind:

$$\vartheta = \text{const.} \quad \text{und} \quad \alpha = \text{const.}$$

Im Falle einer senkrecht zur ersten Mittellinie geschnittenen zweiaxigen Krystallplatte von kleinem Axenwinkel hat man:

$$\vartheta = \frac{dq}{\lambda} r_1 r_2,$$

wenn d die Dicke der Platte, λ die Wellenlänge, q eine von den optischen Constanten des Krystalles abhängige Grösse, r_1 und r_2 die von den beiden Axenpunkten oder Polen nach dem betrachteten Bildpunkt gezogenen Strahlen bezeichnen.

Ist ϱ ein für eine und dieselbe Curve constanter Parameter, welcher jedoch von Curve zu Curve sich ändert, so ist

$$r_1 r_2 = \varrho^2$$

---

1) Viel später erst werden diese Curven wieder erwähnt von W. D. Niven, On the rings and brushes of crystals, Quarterly Journal of Mathematics, 13. p. 174. 1874.

die Gleichung der Isochromaten, des bekannten Systems homopolarer Lemniscaten.

Die Isogyren sind eine Schaar gleichseitiger Hyperbeln ($\alpha = \text{const.}$), welche sämmtlich durch die Pole A und A^1 hindurchgehen und die Lemniscaten rechtwinklig durchschneiden. Die beiden zu einander senkrechten Schwingungen, welche längs einer Hyperbel stattfinden, erfolgen parallel zu deren Asymptoten, welche durch den Mittelpunkt O des Lemniscatensystems hindurchgehen. Jede Hyperbel bildet im Pole mit der Richtung OA (von welcher aus die Winkel α, φ, ψ gezählt werden) einen Winkel (2α), der doppelt so gross ist als der Winkel (α) ihrer Schwingungsrichtung mit derselben Geraden OA.

Jeder Punkt des Gesichtsfeldes ist Schnittpunkt einer Lemniscate ϱ mit einem Aste einer Hyperbel α; ϱ und α können daher als „lemniscatische Coordinaten [1])" dieses Punktes angesehen werden. Lässt man die beiden Pole im Mittelpunkte O zusammenfallen, so verwandeln sich die Lemniscaten in um O concentrische Kreise, die Hyperbeln in ihre Asymptoten, d. h. in je zwei zu einander senkrechte durch O gehende Gerade, und ϱ, α sind jetzt beziehungsweise Radius vector und Polarwinkel eines gewöhnlichen Polarcoordinatensystems.

Versteht man nun in dem Intensitätsausdruck

$$J^2 = A^2 \left(\cos^2(\varphi - \psi) - \sin 2(\alpha - \varphi) \sin 2(\alpha - \psi) \sin^2 \frac{\pi}{a^2} \varrho^2 \right)$$

(wo a^2 statt der stets positiven Constanten λ / dq gesetzt ist) unter ϱ und α lemniscatische Coordinaten, so nimmt die Untersuchung dieses Ausdrucks für zweiaxige Krystalle genau denselben Weg wie für einaxige Krystalle, wo ϱ und α gewöhnliche Polarcoordinaten bedeuten.

---

1) Lommel, Ueber lemniscatische Coordinaten. Schlömilch's Zeitschr. f. Math. u. Phys. 12. 45—78. 1867.

Unter Anwendung lemniscatischer Coordinaten wurden in der Eingangs erwähnten Abhandlung hinsichtlich des Axenbildes zweiaxiger (und somit auch einaxiger) Krystalle unter anderen folgende Resultate gewonnen.

Die Gleichung der Curven gleicher Lichtstärke (Isophoten) ist:

$$-\sin 2(\alpha - \varphi)\sin 2(\alpha - \psi)\sin^2\frac{\pi}{a^2}\varrho^2 = k.$$

Zu ihnen gehören vor allem (für $k = o$) die Lemniscaten $\varrho^2 = na^2$ („Hauptlemniscaten") und die beiden Hyperbeln $\alpha = \varphi$ und $\alpha = \psi$ („Haupthyperbeln"), auf welchen die nämliche Lichtstärke $A^2\cos^2(\varphi - \psi)$ herrscht, die ohne die Krystallplatte das ganze Gesichtsfeld gleichmässig erfüllend wahrgenommen würde. In ihren Durchkreuzungspunkten, also in jedem Pole, bilden die beiden Haupthyperbeln einen Winkel $2(\varphi - \psi)$ mit einander, der doppelt so gross ist als der spitze Winkel $\varphi - \psi$ $\left(o \leqq \varphi - \psi \leqq \frac{\pi}{2}\right)$ zwischen den Schwingungsrichtungen des Polarisators und des Analysators.

Durch die Hauptlemniscaten und die beiden zu ihnen rechtwinkligen Haupthyperbeln wird das ganze Bild in rechteckige krummlinig begrenzte Felder zerschnitten. Innerhalb der Felder, welche zwischen den beiden Haupthyperbeln $(\psi < \alpha < \varphi)$ liegen, ist die Lichtstärke grösser, in den übrigen kleiner als $A^2\cos^2(\varphi - \psi)$.

Denkt man sich in jedem Punkte der Bildebene die Lichtstärke als Ordinate senkrecht errichtet, so wird durch das so erhaltene Lichtgebirge die Vertheilung der Intensität anschaulich dargestellt. Die Hauptlemniscaten und die Haupthyperbeln bilden dann ein im Niveau $A^2\cos^2(\varphi - \psi)$ verlaufendes horizontales Strassennetz, wodurch das ganze Terrain in die erwähnten Felder zerlegt wird. Ueber jedem Felde innerhalb der helleren Scheitelräume erhebt sich ein Lichtberg über das Niveau der Strassen, in jedem Felde

der dunkleren Räume senkt sich ein muldenförmiges Thal unter dieses Niveau hinab.

Die Maxima und Minima der Lichtstärke (Berggipfel und Thaltiefen) liegen auf den „Maximum- und Minimum-Lemniscaten" $\varrho^2 = \frac{1}{2}(2n+1)a^2$, und zwar die Maxima ($J^2 = A^2$) da, wo sie von der „Maximum-Hyberbel" $\alpha = \frac{1}{2}(\varphi + \psi)$, die Minima ($J^2 = 0$) dort, wo sie von der „Minimum-Hyperbel" $\alpha = \frac{1}{2}(\varphi + \psi) - \frac{1}{4}\pi$ geschnitten werden. Maximum- und Minimum-Hyperbel halbiren in den Polen die Winkel zwischen den zwei Haupthyperbeln, und stehen daselbst auf einander senkrecht.

Die Linien gleicher Lichtstärke, für welche k von Null verschieden ist, umgeben in jedem Felde als geschlossene Curven (Horizontalcurven des Gebirges) die Maximal- oder Minimalpunkte; jede derselben umschliesst nur ein Maximum oder Minimum, mit Ausnahme derjenigen, welche den Mittelpunkt O in sich schliessen, woselbst das Lichtgebirge im allgemeinen eine sattelförmige Gestalt besitzt.[1])

In den helleren Scheitelräumen sind alle Curven gleicher Lichtstärke $J^2 = A^2\left(\cos^2(\varphi - \psi) + k\right)$ zwischen zwei Hyperbeln eingeschlossen, deren Schwingungsrichtungen (Asymptoten) von denjenigen der Maximumhyperbel, also auch von denjenigen der zwei Haupthyperbeln beiderseits um gleichviel abweichen, nämlich zwischen den Hyperbeln $\alpha = \psi + \alpha^1$, $\alpha = \varphi - \alpha^1$, wo α^1 der Gleichung $\sin^2 2\alpha^1 = k$ genügt. Diese beiden Hyperbeln berühren die Isophoten in den Punkten, wo sie den Maximum- und Minimum-Lemniscaten begegnen.

Im dunkleren Gebiete werden ebenso alle Isophoten von der Lichtstärke $J^2 = A^2\left(\cos^2(\varphi - \psi) - k\right)$ von den beiden Hyperbeln $\alpha = \psi - \alpha^1$, $\alpha = \varphi + \alpha^1$ berührt.

---

1) Man vergleiche hiezu die in der erwähnten Abhandlung beigegebene genaue Zeichnung Pogg. Ann. 120. Taf. I. Fig. 5. 1863.

Jede Curve gleicher Lichtstärke ist zwischen zwei Lemniscaten $\varrho^2 = na^2 + \delta$ und $\varrho^2 = (n+1)a^2 - \delta$ (wo δ der Gleichung $\sin^2(\varphi - \psi)\sin^2\frac{\pi}{a^2}\delta = k$ genügt) eingeschlossen, welche hinsichtlich ihres Gangunterschiedes von den beiden Hauptlemniscaten $\left(\varrho^2 = na^2,\ \varrho^2 = (n+1)a^2\right)$, die das entsprechende Feld begrenzen, und demnach auch von der das Feld durchsetzenden Maximum- und Minimum-Lemniscate $\varrho^2 = \frac{1}{2}(2n+1)a^2$ um gleichviel abweichen. Die Berührungspunkte jener Lemniscaten mit der Isophote liegen auf der Maximum- (oder Minimum-) Hyperbel.

Jede zwischen diesen berührenden Lemniscaten liegende Lemniscate $\varrho_1^2 = n^2a^2 + \varepsilon\,(\varepsilon > \delta)$ schneidet die Isophote in zwei Punkten, die auf Hyperbeln liegen, deren Schwingungsrichtungen (Asymptoten) $\alpha = \psi + \beta$ und $\alpha = \varphi - \beta$ von denjenigen der Haupthyperbeln um gleichviel abweichen. Die beiden andern Schnittpunkte dieser Hyperbeln mit derselben Isophote liegen auf einer zweiten Lemniscate $\varrho_2^2 = (n+1)a^2 - \varepsilon$, deren Gangunterschied von demjenigen der Maximum- und Minimum-Lemniscate um ebensoviel abweicht wie bei jener ersten Lemniscate. Die Werte β und ε genügen der Gleichung

$$\sin 2\beta \sin 2(\varphi - \psi - \beta)\sin^2\frac{\pi}{a^2}\varepsilon = k.$$

Fur alle auf der Hyperbel $\alpha = \psi + \beta$ liegende Punktepaare aller k-Isophoten ist hienach die Differenz der Gangunterschiede $\varrho_2^2 - \varrho_1^2 = a^2 - 2\varepsilon$ die nämliche, und unabhängig von der Ordnungszahl n der Isophote. Denselben Werth hat diese Differenz auch auf der Hyperbel $\alpha = \varphi - \beta$, welche jenseits von der Maximum-Hyperbel um gleichviel abweicht.

Da ferner $\varrho_2^2 + \varrho_1^2 = (2n+1)a^2$ unabhängig von ε, folglich auch unabhängig von k ist, so ist diese Summe für alle in demselben n^{ten} Felde liegenden Isophoten constant, und nimmt nach aussen hin von Feld zu Feld um $2a^2$ zu.

Ist ϱ_m der Parameter einer Maximum- und Minimum-Lemniscate $\left(\varrho_m^2 = \frac{1}{2}(2n+1)a^2\right)$, so ist $\varrho_2^2 - \varrho_m^2 = \varrho_m^2 - \varrho_1^2 = \frac{1}{2}a^2 - \varepsilon = \frac{1}{2}(\varrho_2^2 - \varrho_1^2)$ ebenfalls unabhängig von der Ordnungszahl n.

Für Punktpaare derselben Hyperbel, welche auf den einander zugewendeten Theilen zweier aufeinanderfolgender Isophoten und sonach auf den Lemniscaten $\varrho'^2 = na^2 + \varepsilon$ und $\varrho^2 = na^2 - \varepsilon$, ergibt sich $\varrho'^2 - \varrho^2 = 2\varepsilon$ ebenfalls unabhängig von n. Bezeichnet $\varrho_0^2 = na^2$ die zwischenliegende Hauptlemniscate, so hat man noch $\varrho'^2 - \varrho_0^2 = \varrho_0^2 - \varrho^2 = \frac{1}{2}(\varrho'^2 - \varrho^2) = \varepsilon$ und $\frac{1}{2}(\varrho'^2 + \varrho^2) = \varrho_0^2 = na^2$. Auch diese Differenzen und Summen haben auf den beiden Hyperbeln, welche von der Maximum- (oder Minimum-) Hyperbel beiderseits um gleichviel abweichen, den nämlichen Werth.

Alle diese Sätze gelten sowohl für zweiaxige als auch für einaxige Krystalle, indem für letztere unter ϱ und α statt lemniscatischer Coordinaten gewöhnliche Polarcoordinaten zu verstehen sind.

Man erkennt nun leicht, dass der Satz, welchen Herr Glazebrook[1]) zwanzig Jahre später nur für einaxige senk-

1) R. T. Glazebrook, On the isochromatic curves of polarized light seen in a uniaxal crystal cut at right angles to the optic axis. Proceed. Cambridge Philos. Society, 4, 299—304. 1883.

Sowohl Herr Glazebrook als Herr Niven bezeichnen die Curven gleicher Intensität mitunter als „isochromatic curves". Diese Bezeichnung ist nicht zutreffend. „Isochromatisch" kann man nur die Curven gleichen Gangunterschiedes nennen, welche bei Anwendung von weissem Licht in ihrer ganzen Erstreckung denselben Farbenton, nur mit verschiedener Lichtstärke und Sättigung, aufweisen, also in den vorliegenden Fällen die Lemniscaten oder Kreise. Eine Isophote dagegen, welche längs ihres Umfanges für eine bestimmte Wellenlänge überall die gleiche Lichtstärke besitzt, zeigt in ihren verschiedenen Punkten verschiedene Farben, nämlich in jedem Punkte denjenigen Farbenton, welcher der Isochromate (hier Lemniscate oder Kreislinie) angehört, die durch diesen Punkt hindurchgeht; sie ist also nicht „isochromatisch".

recht zur Axe geschnittene Krystallplatten bewiesen hat, nämlich:

„Alle Curven (Ovale) gleicher Intensität berühren zwei von vier geraden Linien in Punkten, welche durch die Gleichung

$$\varrho = a \sqrt{\frac{2n+1}{2}}$$

gegeben sind,"

sowie eine Anzahl der Sätze, welche hierauf Herr Spurge[1]) hinsichtlich dieser Curven ebenfalls nur für einaxige Krystalle und nur für $\varphi - \psi = o$ oder $= \frac{1}{2}\pi$ abgeleitet hat, in obigen Sätzen als besondere Fälle bereits enthalten sind.

Gelten die bisher erwähnten Sätze sowohl für zweiaxige als für einaxige Krystalle, indem im letzteren Falle nur an Stelle der Lemniscaten concentrische Kreise, an Stelle der Hyperbeln die Radien dieser Kreise treten, so ist der zweite Satz Glazebrook's: „Alle Ovale gleicher Intensität sind von gleichem Flächeninhalt", nur für die einaxigen Krystalle richtig; denn nur bei diesen wird das von zwei consecutiven Radien und einer Isophote begrenzte Flächenelement durch $\frac{1}{2}(\varrho_2^2 - \varrho_1^2)\, d\alpha$ ausgedrückt, und ist demnach für alle k-Isophoten, welches auch ihre Ordnungszahl sein mag, von gleicher Grösse.

Wir können diesem Satze noch hinzufügen, dass jedes von einer Isophote umgrenzte Flächenstück sowohl durch den Maximum- und Minimum-Kreis, als auch durch die Maximum- (oder Minimum-) Gerade halbirt wird.

Physikalisch von grösserem Interesse als diese geometrischen Sätze ist die Frage nach der Lichtmenge, welche durch eine zwischen zwei Polarisatoren befindliche Krystallplatte oder einen begrenzten Theil derselben hindurchgeht. In

1) C. Spurge, On the curves of constant intensity of homogeneous polarized light seen in a uniaxal crystal cut at right angles to the optic axis. Proceed. Cambridge Philos. Society, 5, 74—86. 1884.

einer früheren Notiz [1]) habe ich diese Frage hinsichtlich der mittleren Lichtmenge, welche durch die ganze Platte dringt, bereits behandelt, und unter anderen folgende Sätze bewiesen:

Bringt man zwischen zwei Polarisatoren, deren Polarisationsebenen parallel oder rechtwinklich gekreuzt sind, eine einaxige, senkrecht zur Axe geschnittene Krystallplatte, so ist die mittlere Erleuchtung des Gesichtsfeldes dieselbe, als wenn man bei Abwesenheit der Platte die eine Polarisationsebene um 30° drehen würde.

Bilden die Polarisationsebenen einen Winkel von 45° mit einander, so ist die mittlere Erleuchtung eben so gross, als wenn die Krystallplatte gar nicht vorhanden wäre.

Ist bei einer zweiaxigen senkrecht zur ersten Mittellinie geschnittenen Krystallplatte die eine Polarisationsebene parallel oder senkrecht, die andere unter 45° geneigt zur Ebene der optischen Axen, so findet im Gesichtsfeld dieselbe mittlere Erleuchtung statt, als wenn die Krystallplatte gar nicnt vorhanden wäre.

Diesen früher bewiesenen auf die mittlere Erleuchtung des ganzen Gesichtsfeldes sich beziehenden Sätzen sei nun hier betreffs der Lichtmenge, welche durch ein von einer Isophote begrenztes Flächenstück hindurchgeht, nach Folgendes hinzugefügt.

Die auf das Flächenelement $\varrho d\varrho d\alpha$ im Axenbilde eines einaxigen Krystalls treffende Lichtmenge beträgt, wenn man $A = 1$ setzt:

$$\cos^2(\varphi - \psi) \cdot \varrho d\varrho d\alpha - \sin 2(\alpha - \varphi) \sin 2(\alpha - \psi) \sin^2 \frac{\pi}{a^2} \varrho^2 \cdot \varrho d\varrho d\alpha,$$

und ergibt durch Integration nach ϱ für den zwischen den

2) Lommel, Ueber die Lichtmenge, welche im Polarisationsapparat durch eine zur optischen Axe oder zur ersten Mittellinie senkrecht geschnittene Krystallplatte hindurchgeht. Schlöm. Zeitschrift 12, 514—520. 1867.

Radien α und $\alpha + d\alpha$ und den isochromatischen Kreisen ϱ_1 und ϱ_2 enthaltenen elementaren Flächenstreifen die Lichtmenge:

$$\tfrac{1}{2}\cos^2(\varphi - \psi)\cdot(\varrho_2^2 - \varrho_1^2)\,d\alpha - \Big[\tfrac{1}{4}(\varrho_2^2 - \varrho_1^2) - \frac{a^2}{8\pi}$$
$$\left(\sin\frac{2\pi}{a^2}\varrho_2^2 - \sin\frac{2\pi}{a^2}\varrho_1^2\right)\Big]\sin 2(\alpha - \varphi)\sin 2(\alpha - \psi)\cdot d\alpha.$$

Ist der Flächenstreifen von einer Isophote begrenzt, d. h. ist $\varrho_2^2 = (n+1)a^2 - \varepsilon$, $\varrho_1^2 = na^2 + \varepsilon$, so ist die Lichtstärke

$$\tfrac{1}{2}(a^2 - 2\varepsilon)\cos^2(\varphi - \psi)\,d\alpha - \left(\tfrac{1}{4}(a^2 - 2\varepsilon) + \frac{a^2}{4\pi}\sin\frac{2\pi}{a^2}\varepsilon\right)$$
$$\sin 2(\alpha - \varphi)\sin 2(\alpha - \psi)\cdot d\alpha$$

unabhängig von der Ordnungszahl n, und somit für alle k-Isophoten die nämliche. Da, was für die einzelnen Flächenstreifen gilt, auch für die ganzen Flächen gelten muss, so gelangen wir zu dem Satz:

Alle von Curven gleicher Lichtstärke begrenzten Flächenstücke lassen gleiche Lichtmengen durch.

Ebenso lässt sich zeigen, dass auch alle Flächenstücke, welche von zwei aufeinander folgenden Isophoten und den zwei sie berührenden Geraden begrenzt werden, gleiche Lichtmengen durchlassen.

Denken wir uns die Intensitätsvertheilung wieder durch das oben erwähnte Lichtgebirge versinnlicht, so werden von diesem durch jede in einer Höhe, die kleiner ist als 1, gelegte Horizontalebene Gipfel abgeschnitten, die von Curven gleicher Lichtstärke umrandet sind, und die Lichtmenge, welche durch eine solche geschlossene Curve geht, wird dargestellt durch den Cubikinhalt des abgeschnittenen Gipfels, vermehrt um den Cubikinhalt des unter ihm bis zur Nullebene hinabreichenden geraden Cylinders. Da aber diese Cylinder für alle k-Isophoten wegen des gleichen Flächen-

inhalts der letzteren an Volumen gleich sind, so sind auch alle abgeschnittenen Gipfel an Rauminhalt gleich. Auch erkennt man leicht, dass jeder Gipfel durch den Cylindermantel, der sich über dem zugehörigen Maximum- und Minimumkreis $\varrho^2 = \frac{1}{2}(2n+1)a^2$ erhebt, sowie durch die Verticalebene, welche durch die Maximum-Gerade $\alpha = \frac{1}{2}(\varphi + \psi)$ gelegt ist, halbirt, und sonach durch diese beiden Flächen in vier Theile von gleichem Cubikinhalt zerlegt wird. Ebenso wird auch die zwischen zwei aufeinanderfolgenden Isophoten und den sie berührenden Geraden sich erbebende Gebirgsmasse sowohl durch den Cylinder über dem zwischenliegenden Hauptkreis als auch durch die eben genannte Ebene in gleiche Theile getheilt.

Wenn die Polarisationsebenen einen Winkel von 45° mit einander bilden ($\varphi - \psi = \frac{1}{4}\pi$), so bleibt die Gleichung der Isophoten, welche jetzt wie folgt lautet:

$$-\sin 2(\alpha - \varphi)\cos 2(\alpha - \varphi)\sin^2\frac{\pi}{a^2}\varrho^2 = k,$$

ungeändert, wenn man gleichzeitig $\alpha + \frac{1}{4}\pi$ statt α und $-k$ statt k setzt. Daraus geht hervor, dass die in den hellen Scheitelräumen über das Niveau $\frac{1}{2}$ aufsteigenden Berggipfel nicht nur unter sich an Rauminhalt gleich, sondern auch mit den in den dunkeln Scheitelräumen zwischen denselben Hauptkreisen sich einsenkenden Thalmulden congruent sind, so dass diese durch jene genau ausgefüllt werden können. Die mittlere Intensität m ganzen Gesichtsfeld muss daher gleich derjenigen auf den Hauptkreisen und Hauptgeraden, nämlich $= \frac{1}{2}$ sein, welche auch bei Abwesenheit der Krystallplatte im Gesichtsfelde herrschen würde. Die gegenwärtige Betrachtung führt sonach zu demselben Satz, der früher schon auf anderem Wege gefunden war.

Für die zweiaxigen Krystalle gelten die auf den Flächeninhalt der Isophoten und den Cubikinhalt der Lichtberge

bezüglichen Sätze im allgemeinen nicht, oder vielmehr sie gelten genähert erst in so grosser Entfernung von der Bildmitte, dass die Lemniscaten daselbst als mit um diese Mitte beschriebenen Kreisen zusammenfallend angesehen werden können. Nur in dem Falle, dass $\varphi = 45^0$, $\psi = o$ ist, lässt sich ohne Schwierigkeit wie vorhin zeigen, dass an jedes Feld in einem der helleren Scheitelräume ein zwischen denselben beiden Hauptlemniscaten gelegenes ganz gleiches Feld in einem der dunkleren Scheitelräume angrenzt, und dass der über jenem sich erhebende Lichtberg congruent ist mit dem unter letzteres sich hinabsenkenden Thal. Obgleich also hier die Berge oder die Thäler über Isophoten verschiedener Ordnungszahl unter sich nicht gleich sind, so compensiren sich doch paarweise je ein Berg mit einem Nachbarthal von derselben Ordnungszahl, und es ergibt sich wie früher der Satz, dass in diesem Falle die mittlere Erleuchtung des Gesichtsfeldes die nämliche ist, als wenn die Krystallplatte gar nicht vorhanden wäre.

Ueber einen Satz aus der Theorie der Determinanten.

Von A. Voss.

(*Eingelaufen 2. November.*)

Im 86. Bande des Borchardt'schen Journals hat Herr Stickelberger den folgenden Satz ausgesprochen:

„Ist die Determinante w der Schaar bilinearer Formen $C = \Sigma c_{ik}\, x_i\, y_k = r\,A - B$ nicht identisch Null, und bestimmt man in den Determinanten

$$W_{k-1} = \begin{vmatrix} c_{11} & \cdot\cdot & c_{1n} & u_1^1 & \cdot\cdot & u_1^{k-1} & u_1 \\ \cdot & \cdot\cdot & \cdot & \cdot & \cdot\cdot & \cdot & \cdot \\ c_{n1} & \cdot\cdot & c_{nn} & u_n^1 & \cdot\cdot & u_n^{k-1} & u_n \\ v_1^1 & \cdot\cdot & v_n^1 & 0 & \cdot\cdot & 0 & 0 \\ \cdot & \cdot\cdot & \cdot & \cdot & \cdot\cdot & \cdot & \cdot \\ v_1^{k-1} & \cdot\cdot & v_n^{k-1} & 0 & \cdot\cdot & 0 & 0 \\ v_1 & \cdot\cdot & v_n & 0 & \cdot\cdot & 0 & 0 \end{vmatrix},$$

$$w_k = \begin{vmatrix} c_{11} & \cdot\cdot & c_{1n} & u_1^1 & \cdot\cdot & u_1^k \\ \cdot & \cdot\cdot & \cdot & \cdot & \cdot\cdot & \cdot \\ c_{n1} & \cdot\cdot & c_{nn} & u_n^1 & \cdot\cdot & u_n^k \\ v_1^1 & \cdot\cdot & v_n^1 & 0 & \cdot\cdot & 0 \\ \cdot & \cdot\cdot & \cdot & \cdot & \cdot\cdot & \cdot \\ v_1^k & \cdot\cdot & v_n^k & 0 & \cdot\cdot & 0 \end{vmatrix},$$

die Constanten u_α^1, v_α^1 ($\alpha = 1, 2 \ldots n$) so, dass w durch keine höhere Potenz des Linearfactors $r - r_0$ der Determinante w theilbar ist, als alle Coeffizienten der bilinearen Form W, alsdann die Constanten u_α^2, v_α^2 so, dass w_2 durch keine höhere Potenz von $r - r_0$ theilbar ist, als alle Coefficienten von W_1 u. s. w.; so ist w_k durch keine höhere Potenz von $r - r_0$ theilbar, als sämmtliche k^{ten} Unterdeterminanten von w."

Herr Stickelberger hat diesen, zunächst für die Theorie der bilinearen Formen wichtigen Satz durch eine eigenthümliche Betrachtung bewiesen, welche auf der Weierstrass'schen Reduction der Schaar auf ihre Normalform beruht, und sich daher namentlich nicht auf den Fall anwenden lässt, wo die c_{ik} nicht mehr lineare Functionen eines Parameters r, sondern überhaupt rationale ganze Functionen eines solchen, resp. analytische Functionen sind, die in der Nähe von r_0 sämmtlich den Character einer ganzen rationalen Function haben.

Ich beabsichtige im folgenden zu zeigen, wie der Beweis dieses Satzes auf eine identische Determinantenrelation gegründet werden kann,[1]) und damit sowohl eine Schwierigkeit zu beseitigen, die Herr Stickelberger besonders nachdrücklich hervorgehoben hat (a. a. O. S. 22) als auch das Theorem selbst von der genannten Einschränkung zu befreien, und in einen allgemeinen Satz der Determinantentheorie zu verwandeln.

Diese Relation leitet man leicht aus einem bekannten Satze der Determinantentheorie ab. Bezeichnet man die mit

1) Einen auf ganz anderen Grundlagen beruhenden Beweis der genannten Sätze deutet Herr Frobenius, Journal v. Borchardt Bd. 88, S. 116, kurz an, doch ist es vielleicht nicht überflüssig, dieselben, abgesehen von der im Texte gegebenen Verallgemeinerung, unabhängig von der Theorie der Jacobi'schen Normalformen herzuleiten.

k-Grössenreihen u_α^s, v_α^s; $s = 1, 2 \ldots k$; $\alpha = 1, 2 \ldots n$ geränderte Determinante der Elemente $c_{\mathfrak{a}}$, welche irgend welche rationale ganze Functionen eines Parameters r oder auch solche Functionen sind, die in der Nähe irgend einer Nullstelle r_0 von w oder auch der Unterdeterminanten von w nach Potenzen von $r - r_0$ mit ganzen positiven Exponenten entwickelbar sind, durch

$$\begin{pmatrix} u^1 & u^2 & \ldots & u^{k-2} & u^{k-1} & u^k \\ v^1 & v^2 & \ldots & v^{k-2} & v^{k-1} & v^k \end{pmatrix}$$

oder auch durch:

$$\begin{pmatrix} u^{k-r} & \ldots & u^{k-2} & u^{k-1} & u^k \\ v^{k-r} & \ldots & v^{k-2} & v^{k-1} & v^k \end{pmatrix}$$

$$r = k - 1,\ k - 2,\ \ldots\ 0,$$

sodass im letzteren Falle nur die Symbole der letzten $r + 1$-Reihen angedeutet werden, so ist

$$1)\qquad \begin{pmatrix} u^{k-2} \\ v^{k-2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u^{k-1} & u^k \\ v^{k-1} & v^k \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} u^{k-2} & u^k \\ v^{k-1} & v^k \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u^{k-2} & u^k \\ v^{k-2} & v^k \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} u^{k-2} & u^{k-1} \\ v^{k-2} & v^k \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u^{k-2} & u^k \\ v^{k-2} & v^{k-1} \end{pmatrix}.$$

Setzt man in dieser bekannten Identität zuerst

$$u_i^{k-1} = \alpha_i;\quad i = 1, 2 \ldots n,$$

wo die α_i beliebige Grössen bedeuten, so ist

$$2)\qquad \begin{pmatrix} u^{k-2} \\ v^{k-2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u^{k-2} & \alpha & u^k \\ v^{k-2} & v^{k-1} & v^k \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} u^{k-2} & \alpha \\ v^{k-2} & v^{k-1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u^{k-2} & u^k \\ v^{k-2} & v^k \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} u^{k-2} & \alpha \\ v^{k-2} & v^k \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u^{k-2} & u^k \\ v^{k-2} & v^{k-1} \end{pmatrix};$$

vertauscht man nun u_i^k mit u_i^{k-1}, so wird aus 2)

$$3)\qquad \begin{pmatrix} u^{k-2} \\ v^{k-2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u^{k-2} & \alpha & u^{k-1} \\ v^{k-2} & v^{k-1} & v^k \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} u^{k-2} & \alpha \\ v^{k-2} & v^{k-1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u^{k-2} & u^{k-1} \\ v^{k-2} & v^k \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} u^{k-2} & \alpha \\ v^{k-2} & v^k \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u^{k-2} & u^{k-1} \\ v^{k-2} & v^{k-1} \end{pmatrix}.$$

Multiplicirt man die Identitäten 2) und 3) respective mit

$$\begin{pmatrix} u^{k-2} & u^{k-1} \\ v^{k-2} & v^{k-1} \end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix} u^{k-2} & u^{k} \\ v^{k-2} & v^{k-1} \end{pmatrix}$$

und subtrahirt dieselben dann, so wird

$$\begin{pmatrix} u^{k-2} \\ v^{k-2} \end{pmatrix} \left[\begin{pmatrix} u^{k-2} & \alpha & u^{k} \\ v^{k-2} & v^{k-1} & v^{k} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u^{k-2} & u^{k-1} \\ v^{k-2} & v^{k-1} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} u^{k-2} & \alpha & u^{k-1} \\ v^{k-2} & v^{k-1} & v^{k} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u^{k-2} & u^{k} \\ v^{k-2} & v^{k-1} \end{pmatrix} \right]$$

$$= \begin{pmatrix} u^{k-2} & \alpha \\ v^{k-2} & v^{k-1} \end{pmatrix} \left[\begin{pmatrix} u^{k-2} & u^{k} \\ v^{k-2} & v^{k} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u^{k-2} & u^{k-1} \\ v^{k-2} & v^{k-1} \end{pmatrix} \right.$$

$$\left. - \begin{pmatrix} u^{k-2} & u^{k-1} \\ v^{k-2} & v^{k} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u^{k-2} & u^{k} \\ v^{k-2} & v^{k-1} \end{pmatrix} \right],$$

oder, wenn man den Ausdruck rechts nach 1) ersetzt und den beiderseits auftretenden Factor fortlässt:

$$\text{I.} \quad \begin{pmatrix} u^{k-2} & \alpha & u^{k} \\ v^{k-2} & v^{k-1} & v^{k} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u^{k-2} & u^{k-1} \\ v^{k-2} & v^{k-1} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} u^{k-2} & \alpha & u^{k-1} \\ v^{k-2} & v^{k-1} & v^{k} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u^{k-2} & u^{k} \\ v^{k-2} & v^{k-1} \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} u^{k-2} & \alpha \\ v^{k-2} & v^{k-1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u^{k-2} & u^{k-1} & u^{k} \\ v^{k-2} & v^{k-1} & v^{k} \end{pmatrix}.$$

welche Identität auch dann bestehen bleibt, wenn der in 1, 2, 3, linkerhand auftretende Factor identisch verschwinden sollte.

Um aus I noch eine weitere Identität abzuleiten, setze man in dieser Relation der Reihe nach

$$u_i^k = \beta_i; \quad u_i^{k-1} = \beta_i,$$

so folgt

$$\begin{pmatrix} u^{k-2} & \alpha & \beta \\ v^{k-2} & v^{k-1} & v^{k} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u^{k-2} & u^{k-1} \\ v^{k-2} & v^{k-1} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} u^{k-2} & \alpha & u^{k-1} \\ v^{k-2} & v^{k-1} & v^{k} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u^{k-2} & \beta \\ v^{k-2} & v^{k-1} \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} u^{k-2} & u^{k-1} & \beta \\ v^{k-2} & v^{k-1} & v^{k} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u^{k-2} & \alpha \\ v^{k-2} & v^{k-1} \end{pmatrix},$$

$$\begin{pmatrix} u^{k-2} & \alpha & \beta \\ v^{k-2} & v^{k-1} & v^{k} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u^{k-2} & u^{k} \\ v^{k-2} & v^{k-1} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} u^{k-2} & \alpha & u^{k} \\ v^{k-2} & v^{k-1} & v^{k} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u^{k-2} & \beta \\ v^{k-2} & v^{k-1} \end{pmatrix}$$

$$= - \begin{pmatrix} u^{k-2} & \beta & u^{k} \\ v^{k-2} & v^{k-1} & v^{k} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u^{k-2} & \alpha \\ v^{k-2} & v^{k-1} \end{pmatrix};$$

also, wenn man die erste Gleichung mit

$$\begin{pmatrix} u^{k-2} & \alpha & u^k \\ v^{k-2} & v^{k-1} & v^k \end{pmatrix},$$

die zweite mit

$$\begin{pmatrix} u^{k-2} & \alpha & u^{k-1} \\ v^{k-2} & v^{k-1} & v^k \end{pmatrix}$$

multiplicirt und subtrahirt, und mit Hülfe von I reducirt

$$\text{II.} \qquad \begin{pmatrix} u^{k-2} & \alpha & \beta \\ v^{k-2} & v^{k-1} & v^k \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u^{k-2} & u^{k-1} & u^k \\ v^{k-2} & v^{k-1} & v^k \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} u^{k-2} & \beta & u^k \\ v^{k-2} & v^{k-1} & v^k \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u^{k-2} & \alpha & u^{k-1} \\ v^{k-2} & v^{k-1} & v^k \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} u^{k-2} & \beta & u^{k-1} \\ v^{k-2} & v^{k-1} & v^k \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u^{k-2} & \alpha & u^k \\ v^{k-2} & v^{k-1} & v^k \end{pmatrix}.$$

Von dieser Identität wird indess im folgenden kein Gebrauch gemacht werden.

Der Exponent, mit welchem ein Wurzelfactor $r - r_0 = \xi$ der Determinante der c_{α} in einer k-fach geränderten Determinante

$$\begin{pmatrix} u^k \\ v^k \end{pmatrix}$$

enthalten ist, heisse der Character derselben in Bezug auf den Modul ξ.[1]' Werden die Grössen u, v sämmtlich als völlig willkürlich vorausgesetzt, so ist der Character zugleich der Exponent des grössten gemeinsamen Wurzelfactors ξ der sämmtlichen k^{ten} Unterdeterminanten, welcher durch l_k bezeichnet werden mag. Ersetzt man einige oder alle der Grössen u, v durch bestimmt gewählte Grössen, so kann sich der Charakter erhöhen oder ungeändert bleiben. Ist das letztere der Fall, so heisse die Determinante der ur-

1) Sind die Elemente c_{α} ganze Zahlen, mit welchem Falle sich auch namentlich Herr Frobenius a. a. O. Bd. 86 und 88, sowie Herr St. H. J. Smith, Phil. Trans. Vol. 151; Proc. of the London Math. Society, Vol. IV, beschäftigt haben, so hat man unter ξ eine Primzahl zu verstehen, wenn die folgenden Betrachtungen gültig bleiben sollen.

sprünglichen congruent, und es mag dies durch das Zeichen $\equiv$ ausgedrückt werden.

Es seien nun u_i^{k-1} und u_i^k willkürliche Variabele, und nach Potenzen von ξ entwickelt

$$\begin{pmatrix} u^{k-2} & u^{k-1} & u^k \\ v^{k-2} & v^{k-1} & v^k \end{pmatrix} = A\xi^{\lambda_k} + \ldots,$$

$$\begin{pmatrix} u^{k-2} & \alpha & u^k \\ v^{k-2} & v^{k-1} & v^k \end{pmatrix} = c_k\,\xi^{\lambda_k + \eta''} + \ldots,$$

$$\begin{pmatrix} u^{k-2} & \alpha & u^{k-1} \\ v^{k-2} & v^{k-1} & v^k \end{pmatrix} = c_{k-1}\,\xi^{\lambda_k + \eta''} + \ldots,$$

$$\begin{pmatrix} u^{k-2} & u^{k-1} \\ v^{k-2} & v^{k-1} \end{pmatrix} = a_{k-1}\,\xi^{\lambda_{k-1}} + \ldots,$$

$$\begin{pmatrix} u^{k-2} & u^k \\ v^{k-2} & v^{k-1} \end{pmatrix} = a_k\,\xi^{\lambda_{k-1}} + \ldots,$$

$$\begin{pmatrix} u^{k-2} & \alpha \\ v^{k-2} & v^{k-1} \end{pmatrix} = a\,\xi^{\lambda_{k-1} + \eta'} + \ldots,$$

wo die von ξ freien Coefficienten

$$A,\ a,\ c_k,\ c_{k-1},\ a_k,\ a_{k-1},$$

nicht verschwinden und die Exponenten η', η'' gleich oder grösser als Null sind. Setzt man diese Entwickelungen in I ein, so wird

$$a A\,\xi^{\lambda_k + \lambda_{k-1} + \eta'} + \ldots = (c_k a_{k-1} - c_{k-1} a_k)\,\xi^{\lambda_k + \lambda_{k-1} + \eta''} + \ldots,$$

und aus dieser Identität folgt, dass

$$\eta'' \leqq \eta'$$

sein muss. In dem besonderen Falle, wo $\eta' = o$, ist daher auch $\eta'' = o$, und zugleich

$$c_k a_{k-1} - c_{k-1} a_k$$

von Null verschieden.

Dies liefert den Satz:

1) Aendert die Ersetzung der willkürlichen Grössen u^{k-1} durch irgend welche bestimmte Grössen α den Character λ_{k-1} nicht, so wird auch keiner der Charactere λ_h, $h > k$, geändert, falls die u^k, u^{k+1}, .. als vollkommen willkürlich angesehen werden.

Hieraus folgt sogleich:

2) Bringt die jeweilige Ersetzung der willkürlichen Grössen u^{k-1}, respective der Grössen v^{k-1}, durch irgend welche Grössen α, β keine Aenderung des Characters hervor, so findet eine Aenderung auch bei gleichzeitiger Ersetzung der u, v durch die α, β in keiner der höher geränderten Determinanten statt, falls die u^k, v^k; u^{k+1}, v^{k+1}, . . als vollkommen willkürlich angesehen werden.

Es seien nämlich die Grössen α, β so gewählt, dass

$$4) \qquad \begin{pmatrix} \alpha \\ v^{k-1} \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} u^{k-1} \\ v^{k-1} \end{pmatrix}; \quad \begin{pmatrix} u^{k-1} \\ \beta \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} u^{k-1} \\ v^{k-1} \end{pmatrix},$$

wobei in der ersten Congruenz die u^{k-1}, in der zweiten die v^{k-1} vollkommen willkürlich gedacht sind. Dann ist nach dem oben bewiesenen Satze

$$\begin{pmatrix} \alpha & u^k \\ v^{k-1} & v^k \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} u^{k-1} & u^k \\ v^{k-1} & v^k \end{pmatrix}; \quad \begin{pmatrix} u^{k-1} & u^k \\ \beta & v^k \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} u^{k-1} & u^k \\ v^{k-1} & v^k \end{pmatrix};$$

und die erste Congruenz gilt für jedes auch specielle System der v_k. Setzt man daher in derselben

$$v^k = \beta; \quad v^{k-1} = v^k,$$

so wird

$$\begin{pmatrix} \alpha & u^k \\ \beta & v^k \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} u^{k-1} & u^k \\ \beta & v^k \end{pmatrix},$$

welcher Ausdruck nach der zweiten Congruenz eben mit

$$\begin{pmatrix} u^{k-1} & u^k \\ v^{k-1} & v^k \end{pmatrix}$$

congruent wird, wie gezeigt werden sollte. Insbesondere folgt aus der Voraussetzung

$$5) \qquad \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} u^{k-1} \\ v^{k-1} \end{pmatrix},$$

auch

$$\begin{pmatrix} \alpha & u^k \\ \beta & v^k \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} u^{k-1} & u^k \\ v^{k-1} & v^k \end{pmatrix},$$

denn aus 5) ergeben sich die beiden Voraussetzungen 4), während umgekehrt von 4) nicht auf 5) geschlossen werden kann. Aus 4) folgt mithin

$$\begin{pmatrix} \alpha & u^k & u^{k+1} & \cdot\,\cdot \\ \beta & v^k & v^{k+1} & \cdot\,\cdot \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} u^{k-1} & u^k & u^{k+1} & \cdot\,\cdot \\ v^{k-1} & v^k & v^{k+1} & \cdot\,\cdot \end{pmatrix},$$

welches eben der Satz 2) ist.

Aus diesem letzteren Satze ergiebt sich nun sofort ein Beweis des Stickelberger'schen Satzes. Es seien zunächst (unter u, v jetzt willkürliche Grössen verstanden) die Grössen α, β so gewählt, dass

$$6) \qquad \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} u^1 \\ v^1 \end{pmatrix} \text{ [1]}$$

wird. Dann ist nach Satz 2)

$$7) \qquad \begin{pmatrix} \alpha & u^2 & u^3 & \cdot\,\cdot \\ \beta & v^2 & v^3 & \cdot\,\cdot \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} u^1 & u^2 & u^3 & \cdot\,\cdot \\ v^1 & v^2 & v^3 & \cdot\,\cdot \end{pmatrix}.$$

Nun seien α_1, β_1 wieder so gewählt, dass

$$\begin{pmatrix} \alpha & \alpha_1 \\ \beta & \beta_1 \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} \alpha & u^2 \\ \beta & v^2 \end{pmatrix}$$

wird. Dann ist nicht allein nach 7)

$$\begin{pmatrix} \alpha & \alpha_1 \\ \beta & \beta_1 \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} u^1 & u^2 \\ v^1 & v^2 \end{pmatrix},$$

---

1) Hierbei hat man unter $\begin{pmatrix} u^1 \\ v^1 \end{pmatrix}$ die einfach mit u^1, v^1 geränderte Determinante C der c_{ik} zu verstehen, falls dieselbe nicht identisch verschwindet. Im entgegengesetzten Falle muss man C erst mit so vielen Reihen rändern, dass nunmehr $\begin{pmatrix} u^1 \\ v^1 \end{pmatrix}$ von Null verschieden ist.

sondern auch nach Satz 2)

$$8)\qquad \begin{pmatrix} \alpha & \alpha_1 & u^3 \\ \beta & \beta_1 & v^3 \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} \alpha & u^2 & u^3 \\ \beta & v^2 & v^3 \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} u^1 & u^2 & u^3 \\ v^1 & v^2 & v^3 \end{pmatrix},$$

und überhaupt

$$9)\quad \begin{pmatrix} \alpha & \alpha_1 & u^3 & u^4 & .. \\ \beta & \beta_1 & v^3 & v^4 & .. \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} \alpha & u^2 & u^3 & u^4 & .. \\ \beta & v^2 & v^3 & v^4 & .. \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} u^1 & u^2 & u^3 & u^4 & .. \\ v^1 & v^2 & v^3 & v^4 & .. \end{pmatrix}.$$

Wählt man wieder die α_2, β_2 so, dass

$$\begin{pmatrix} \alpha & \alpha_1 & \alpha_2 \\ \beta & \beta_1 & \beta_2 \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} \alpha & \alpha_1 & u^3 \\ \beta & \beta_1 & v^3 \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} u^1 & u^2 & u^3 \\ v^1 & v^2 & v^3 \end{pmatrix}$$

wird, so folgt ganz ebenso nach Satz 2) und 9)

$$\begin{pmatrix} \alpha & \alpha_1 & \alpha_2 & u^4 \\ \beta & \beta_1 & \beta_2 & v^4 \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} \alpha & \alpha_1 & u^3 & u^4 \\ \beta & \beta_1 & v^3 & v^4 \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} u^1 & u^2 & u^3 & u^4 \\ v^1 & v^2 & v^3 & v^4 \end{pmatrix} \text{ u. s. w.}$$

In dieser Weise kann man immer weiter fortfahren und ersieht so unmittelbar (oder auch durch Anwendung des Schlusses von $n-1$ auf n), dass bei Anwendung der im Eingange gegebenen Vorschrift jede mit bestimmten Grössenreihen k-fach geränderte Determinante den Character l_k hat.

Bei diesem Verfahren hat man jedesmal die Grössen α, β so zu bestimmen, dass eine gewisse bilineare Form, welche nicht identisch verschwindet, von Null verschieden bleibt. Es hat keine Schwierigkeit, andere Vorschriften ähnlichen Characters zu bilden. Eine solche erhält man z. B., wenn man den Satz 2), der soeben nur in einer specielleren Form zur Verwendung kam, in seiner allgemeinsten Gestalt benutzt. Man wähle zuerst die α, β, so dass

$$\begin{pmatrix} \alpha \\ v^1 \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} u^1 \\ \beta \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} u^1 \\ v^1 \end{pmatrix}$$

ist. Dann wird nach Satz 2)

$$\begin{pmatrix} \alpha & u_2 & u_3 & .. \\ \beta & v_2 & v_2 & .. \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} u^1 & u^2 & u^3 & .. \\ v^1 & v^2 & v^3 & .. \end{pmatrix}.$$

Wählt man wieder die α_1, β_1 so, dass

$$\begin{pmatrix} \alpha & \alpha_1 \\ \beta & v^2 \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} \alpha & u^2 \\ \beta & \beta_1 \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} \alpha & u^2 \\ \beta & v^2 \end{pmatrix}, \text{ also } \equiv \begin{pmatrix} u^1 & u^2 \\ v^1 & v^2 \end{pmatrix}$$

wird, so folgt

$$\begin{pmatrix} \alpha & \alpha_1 & u^3 & u^4 & .. \\ \beta & \beta_1 & v^3 & v^4 & .. \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} \alpha & u^2 & u^3 & u^4 & .. \\ \beta & v^2 & v^3 & v^4 & .. \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} u^1 & u^2 & u^3 & u^4 & .. \\ v^1 & v^2 & v^3 & v^4 & .. \end{pmatrix}.$$

Wählt man demnach

$$\begin{pmatrix} \alpha \\ v \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} u \\ \beta \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix},$$

$$\begin{pmatrix} \alpha & \alpha_1 \\ \beta & v \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \alpha & u \\ \beta & \beta_1 \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} \alpha & u \\ \beta & v \end{pmatrix},$$

$$\begin{pmatrix} \alpha & \alpha_1 & \alpha_2 \\ \beta & \beta_1 & v \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \alpha & \alpha_1 & u \\ \beta & \beta_1 & \beta_2 \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} \alpha & \alpha_1 & u \\ \beta & \beta_1 & v \end{pmatrix} \text{ etc.,}$$

so wird jede der Determinanten

$$\begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \alpha & u \\ \beta & v \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \alpha & \alpha_1 & u \\ \beta & \beta_1 & v \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \alpha & \alpha_1 & \alpha_2 & u \\ \beta & \beta_1 & \beta_2 & v \end{pmatrix}, \ldots$$

der Reihe nach congruent mit

$$\begin{pmatrix} u^1 \\ v^1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} u^1 & u^2 \\ v^1 & v^2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} u^1 & u^2 & u^3 \\ v^1 & v^2 & v^3 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} u^1 & u^2 & u^3 & u^4 \\ v^1 & v^2 & v^3 & v^4 \end{pmatrix}. \ldots .$$

Herr Stickelberger hat darauf aufmerksam gemacht, dass bei seinem Verfahren die Elemente der Ränder nicht allgemein aus symmetrischen Grössen gebildet werden können, wenn der Character ungeändert bleiben soll. Dagegen lässt sich immer bei dem letzteren Verfahren bewirken, dass jedes System der α dem entsprechenden der β gleich wird. Denn, wenn die bilineare Form

$$\Sigma\, a_{ik}\, u_i\, v_k = a_{uv}$$

nicht identisch Null ist, kann man immer erreichen, dass $a_{u\alpha}$ und $a_{\alpha v}$ beide gleichfalls von Null verschieden sind.

Von den mehrfachen Folgerungen, die mit Hülfe der erwähnten Sätze gezogen werden können, seien nur noch

die nachstehenden angeführt. Specialisirt man die Grössen α, β so, dass alle in einer Reihe auftretenden bis auf eine einzige gleich Null gewählt werden, so folgt

1) Ist D_k eine k^{te} Unterdeterminante von C, welche vom Charakter l_k ist, so giebt es auch unter den k_1^{ten} Unterdeterminanten von D_k solche, die vom Character l_{k+k_1} sind.[1])

2) Ist w_k eine Unterdeterminante vom Charakter w_k, w_{k+2} eine ihrer zweiten Unterdeterminanten vom Character l_{k+2}, so ergiebt sich nach der Identität, welche das Product w_k, w_{k+2} durch die Differenz der Producte erster Unterdeterminanten von w_k darstellt,

$$l_k + l_{k+2} \geqq 2\, l_{k+1}$$

oder

$$l_k - l_{k+1} \geqq l_{k+1} - l_{k+2}\,^{2})$$

3) Bilden die Elemente $c_{ik} = - c_{ki}$ eine schiefe Determinante, so ist der Exponent des $2k^{ten}$ „Elementartheilers" gleich dem des $2k + 1^{ten}$.[3])

---

1) Vgl. Frobenius a. a. O. S. 116.

2) Sind die c_{ik} Functionen eines Parameters r, so ist

$$l_0 > l_1 > l_2 > \ldots$$

Versteht man dagegen unter den c_{ik} ganze Zahlen und unter ξ einen Primzahlmodul, für welchen Fall die Betrachtungen des Textes ebenfalls gültig bleiben, so kann natürlich auch $l_k \geqq l_{k+1}$ werden.

3) Vgl. Frobenius, Theorie der linearen Formen mit ganzen Coefficienten, Journal von Borchardt Bd. 86, S. 167.

Geologische Bemerkungen
über die
warmen Quellen von Gastein und ihre Umgebung.

Von W. v. Gümbel.

(*Eingelaufen 2. November.*)

Zu den auffallendsten Erscheinungen im Gebiete der an geologischen Räthseln so reichen Alpen gehört wohl auch das Auftreten von warmen Quellen mit hohen Temperaturgraden und verhältnissmässig geringem Gehalte an Mineralstoffen, wie wir dies bei den Thermen von Gastein[1]) antreffen. Während die Quellen von Leuk in Wallis mit 51° C, von Baden bei Wien mit 34,5° C, noch mehr jene von Bormio mit 41° C durch ihren Reichthum an gelösten Salzen sich auszeichnen und ihre hochgradige Temperatur daher möglicher Weise von in der Tiefe vor sich gehenden chemischen Processen hergeleitet werden könnte, lässt sich eine gleiche Annahme bei den an Salzgehalt armen Thermen von Gastein mit 47,8° C und einem Trockenrückstande von nur 340 mgr. in einem Liter Wasser, wodurch sie sich neben die heissen Quellen von Pfäfers (37,5° C und 299 mgr.

1) v. Hönigsberg, Wildbad Gastein. — v. Härdtl, Gasteiner Chronik. — Bunzel, Bad Gastein, 5. Aufl. 1888. — Reissacker, Der Kurort Gastein; Die Thermalquellen von Gastein in den Mittheilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, V. Bd., S. 1—59; Der neue Quellenstollen in Gastein im Jahrbuch der geologischen Reichsanstalt in Wien, VII. Bd. — Posepny, Archiv für pract. Geologie, I. Bd., S. 120. — E. Fugger, Ueber Quellentemperatur im XV. Jahresbuch der Oberrealschule in Salzburg 1882.

Trockenrückstand) und von Plombières (45° C und 345 mgr. Trockenrückstand) stellen, nicht machen. Es ist uns daher bei den Gasteiner Quellen die Frage gestellt, von welchen eigenthümlichen Verhältnissen ihre hohe Temperatur sich ableiten lasse.

Gastein liegt bekanntlich im Gebiete der Centralalpen am nördlichen Rande der höchsten Erhebung der Tauernkette in einem von der Salzachthalung nahezu rechtwinkelig sich abzweigenden, zur Richtung des Hauptgebirgskamms und dem Streichen der diesen zusammensetzenden krystallinischen Schiefer quer eingeschnittenen Hochthale, welches sich in mehrfachen Absätzen staffelförmig bis zu den von Gletschern bedeckten Höhen emporzieht. In demselben sammeln sich die Gewässer zu der Gasteiner Ache. An ihrer Mündung in die Längsthalstrecke der Salzach bei Lend (630 m) bilden mächtige Bänke von Kalk und Rauhwacke eine quervorliegende hohe Felsbarre, über welche die Ache in prächtigem Wasserfall niederstürzt. Hinter derselben hat der Bach sich in einer tiefen, meist klammartig engen Schlucht bis Brandstatt unterhalb Unterberg bei Dorf Gastein (800 m) nach und nach in den Schieferschichten sein Bett eingegraben. Vom Ausgange dieser Schlucht bei Brandstatt aufwärts erweitert sich das Thal und es ist nicht zweifelhaft, dass früher, ehe die Ache die vorliegenden Gesteinsschichten tief ausgefurcht hatte, in dieser Thalstrecke die Gewässer seeartig angestaut waren. Daher stammen die vielfachen Versumpfungen, welchen wir in der jetzigen, von beigeführtem Gesteinsschutt gebildeten Thalverebnung begegnen. Dieselbe reicht südwärts bis Dorf Kötschach und Badbrück unterhalb Wildbad Gastein bei ungefähr 870 m. Hier legt sich eine zweite mächtige und hohe Felsrippe aus festen Gneissschichten quer zum Thale an und bildet die grossartigen Gesteinswände, über welche in mehrfachen Absätzen die Ache in dem wildschäumenden Gasteiner Wasserfall

herabstürzt. Dieser Felsriegel ist zugleich die Geburtsstätte der Gasteiner Thermen, welche auf etwa halber Höhe (960 m) theils aus Gesteinsklüften, theils aus dem den Felsboden überdeckenden Gehängeschutt zu Tage treten. Mit dieser grossartigen Felsrippe, welche, wie wir sehen werden, durch eine sattelförmige Schichtenaufbiegung des Gneisses gebildet wird, ändert sich die bisherige N—S. Thalrichtung in eine nach SW. verlaufende und wir stossen hier oberhalb der Felsbarre zwischen Patschken (1205 m) und Böckstein (1090 m) wieder auf eine verebnete Thalerweiterung, welche noch deutlicher, als die untere, Anzeigen eines ehemaligen Sees erkennen lässt. Die Wasserfallfelsen von Gastein bildeten den Damm dieser Wasseranstauung, deren Abfluss wahrscheinlich in mehreren Zweigen über jene Felsen ihren Weg nahm. Es beweisen dies unzweideutig die zahlreichen und beträchtlich tiefen Strudellöcher, welche wir von der Westseite Gasteins vom sogenannten Steinbruch an über Villa Angerer bis zur Schreckbrücke hin an hohen, jetzt vom Wasserlauf nicht mehr berührten Stellen antreffen. Schon v. Beust hat auf diese sogenannten Riesentöpfe (Berg- und Hütten-Zeitschrift 1867, S. 4) aufmerksam gemacht. Ein kleiner Rest dieses oberhalb Gastein gelegenen Sees hat sich in dem Weiher bei Patschken erhalten.

Oberhalb Böckstein wird durch querstreichende Gneissfelsen wieder eine obere erweiterte Thalstufe, das Nassfeldthal, abgedämmt, und es folgen dann noch mehrfache Querriegel am Kessel- und Schleierfall, bis das Thal mit der Ebene des eigentlichen Nassfeldes (1650 m) abschliesst. Von hier ziehen sich zwar zahlreiche, aber nur kleinere Rinnsale über den felsigen Untergrund zu den höchsten Kammhöhen empor.

Seitenthäler sind auf der unteren Thalstrecke kaum nennenswerthe entwickelt. Erst da wo die Gneissschichten zu herrschen beginnen, stossen wir auf beträchtliche Seitenthäler und zwar zuerst auf das linksseitige, der Anger,

innerhalb der Grenzzone gegen das jüngere krystallinische Schiefergebirge eingetieft und in paralleler Richtung mit dem oberen Hauptthale verlaufend. Fast rechtwinkelig darauf gestellt folgt rechtsseitig das im Gneiss eingeschnittene Kötschachthal und bei Böckstein sich abzweigend das nahezu in gleicher Richtung mit letzterem verlaufende Anlauf-Thal.

Es ist sehr auffällig, dass von dem Längsthale der Salzach zwischen St. Johann und Kriml eine grosse Anzahl von Seitenthäler, wie das Gasteiner, sich fast senkrecht abzweigt, und eine nahezu parallele N—S. Richtung einschlägt. Diesem Parallelismus liegt zweifelsohne ein geologisches Moment im Gebirgsbau zu Grund. Ich glaube es in der regelmässig wiederkehrenden und besonders stark ausgeprägten, von N. nach S. streichenden Zerklüftung der Gesteinschichten erblicken zu können und trage kein Bedenken, die allmälige Entwicklung dieser Thäler einer fortschreitenden Erweiterung und Vertiefung dieser Spalten zuzuschreiben. Wir werden später auf die Bedeutung dieser Zerklüftung auch in anderer Beziehung zurückkommen.

Was den geologischen Aufbau des von der Gasteiner Ache durchbrochenen Gebirgs anbelangt, so kann ich mich kurz fassen, weil uns hierüber eingehendere Schilderungen von V. Lipold, Peters und Stur im V. Bande des Jahrbuchs der k. k. öster. Reichsanstalt (S. 229, 369, 766, 308 und 818) und aus neuerer Zeit solche von G. Stache[1]) und Vacek[2]) vorliegen. Darnach besteht das Gebirge südlich der Salzach bei Lend, abgesehen von einem schmalen Streifen zunächst am Flussrande, aus parallel verlaufenden Zonen von Kalkphyllit, dann höher im Thale von Quarzphyllit mit Chloritschieferzwischenlagen, von Glimmerschiefer

1) Palaeozoische Gebilde der Ostalpen im Jahrbuch der geologischen Reichsanstalt in Wien 1874, S. 158.

2) Verhandl. der geologischen Reichsanstalt 1882, S. 310 und Jahrbuch derselben 1884, S. 609.

und endlich von Gneiss, der bis zu der Centralkette emporreicht. Der letztere besitzt nach Stur im grossen Ganzen eine fächerförmige Schichtenstellung und bildet, indem seine äussersten Schichten am Nordrande sich nördlich verflächen, das Fundament der vorgelagerten thonigen Schieferhüllen. Ich beschränke mich auf die Mittheilung der Eindrücke, welche der nur flüchtige Besuch dieser grossartigen Gebirgsgegend auf mich gemacht hat, ohne auch nur entfernt Erschöpfendes bieten zu wollen.

Was zunächst die Zone der Gneiss-artigen Gesteine anbelangt, die man wohl mit Recht dem Centralgneiss zuzuweisen hat, so fällt dem Beobachter vor Allem im Vergleiche zu anderen Gneissgebieten die grosse Gleich- und Einförmigkeit der petrographischen Beschaffenheit dieses Gneisses, seine lichte, meist etwas ins Grünliche spielende Färbung und das fast gänzliche Fehlen aller sonst gewöhlich mit dem Gneiss vergesellschafteter Begleitgesteine wie Granit, Syenit, überhaupt Hornblende führende Gesteine, Granulite u. s. w. auf. Nur vereinzelte Zwischenlagerungen von Quarzitschiefer und körnigem Kalk, sowie ein Zug von Hornblendeschiefer machen sich bemerkbar. Der Gneiss ist weit vorwaltend ein schuppigkörniges, flasriges, deutlich geschichtetes Gestein, welches vorherrschend aus Quarz und Orthoklas und in mehr untergeordneter Menge aus zweierlei Glimmer zusammengesetzt ist.

Der Quarz ist darin meist feinkörnig vertheilt, zuweilen zu linsenförmigen Schnüren oder rundlichen Knoten vereinigt oder drusenförmig ausgeschieden. Die einzelnen Quarzkörnchen zeigen reichliche Aggregatfarben, sind reichlich mit Bläschen erfüllt und von parallelverlaufenden feinen Nädelchen durchzogen.

Der Orthoklas ist durchwegs weiss gefärbt, milchig trübe und häufig in unbestimmt begrenzten grösseren Partien butzenförmig ausgeschieden, wodurch augengneissartige Abänderungen entstehen. Diese Butzen zeigen die Zwillings-

verwachsung, nach der Art der Karlsbader Krystalle. Sie umschliessen häufig eingewachsene Quarzkörnchen und Glimmerschuppen. In Drusenräumen finden sich helle oder halb durchsichtige Adularkrystalle neben Quarz und Chloritausscheidungen. Plagioklasbeimengungen erkennt man höchst selten an parallel gestreiften Spaltflächen.[1]) Um die nähere Zusammensetzung des Orthoklases dieser Gneisse kennen zu lernen, wurden drei Vorkommnisse einer chemischen Analyse unterworfen, nämlich

I. ein Orthoklas aus dem Augengneiss im Eingang des Kötschachthales;

II. ein Orthoklas als Gemengtheil des das Nebengestein vom Rathhausbergen Goldgang bildenden Gneisses;

III. ein Adular aus einer Krystalldruse in Gneiss an der Erzherzog Johannpromenade:

	I.	II.	III.
Kieselsäure	67,80	66,78	65,20
Titansäure	Spur.	Spur.	Spur.
Thonerde	24,54	22,53	20,90
Eisenoxyd	0,90	0,75	—
Manganoxydul	Spur.	Spur.	—
Kalkerde	0,06	0,08	0,03
Bittererde	0,01	0,05	—
Kali	6,37	9,25	12,10
Natron	0,50	1,03	2,68
Wasser	0,02	—	—
	100,20	100,47	100,91

Der von der normalen Zusammensetzung ziemlich abweichende Gehalt an Kieselerde und an Kali in den Feld-

1) Vergleiche v. Foullon, Ueber die petrograph. Beschaffenheit krystall. Schiefergesteine etc. im Jahrbuch der geolog. Reichsanstalt 1884, S. 635.

spathe des Gneisses I und II scheint bereits durch die trübe Beschaffenheit der Krystallmasse angedeutet zu sein.

Der vorherrschende Glimmer ist dunkelbrauner, recht oft auch lauchgrün gefärbter Magnesiaglimmer. Sehr häufig erweist sich derselbe durch Zersetzung in eine fettig anzufühlende, grünliche chloritische Substanz verändert, wodurch namentlich der grünliche Farbenton vieler Gneissschichten bedingt ist. Selten tritt er für sich allein in dunklen gefärbten Lagen auf; meist gesellt sich ihm weisser oder strohgelber Kaliglimmer bei, der wohl auch in quarzreichen Varietäten und in körnigem Kalke die Alleinherrschaft gewinnt. Erstere, oft auffallend weisse Gesteine sind es, welche man hier Weisssteine zu nennen pflegt. Sie haben aber mit Granulit nichts zu thun; es fehlen ihnen Granat- oder Turmalinbeimengungen. Zuweilen stellen sich die Glimmerbeimengungen so reichlich ein, dass dadurch die übrigen Gemengtheile in den Hintergrund gedrängt werden. Solche Gesteine sind es, welche man gewöhnlich als Glimmerschiefer bezeichnet. Sie finden sich namentlich in grösserer Mächtigkeit gegen den äusseren Rand der Gneisszone, z. B. am Südrande des Angerthales und bei Dorf Remsach. Sie zeigen aber auf dem Querbruche deutlich linsenförmige Anschwellungen, die aus Quarz und Orthoklas bestehen. Es sind nur glimmerreiche Flasergneisse. Noch seltener kommt es vor, dass die Zusammenhäufung der Glimmerblättchen so dicht ist, dass das Gestein fast nur aus Schüppchen dieses Minerals besteht. Solche Zwischenlagen im Gneiss, wie wir sie z. B. am Kesselfall, oberhalb Böckstein antreffen, leisten der Verwitterung geringeren Widerstand, als die ächten Gneisse, und geben zur Bildung von Rinnen in letzteren Veranlassung. Dass ein grosser Theil der weichen grünen Beimengung im grünlichen Gestein durch Zersetzung des braunen Glimmers entstanden ist, erweist sich dadurch, dass es zuweilen noch gelingt, ein unzersetztes Glimmerblättchen in Mitte der grünen

Substanz zu entdecken. Letztere wird leicht durch Salzsäure zersetzt und liefert eine an Eisenoxydul reiche Lösung. Zu einer Analyse konnte die erforderliche Menge nicht gesammelt werden. Dagegen kommt in den drusenförmigen Ausscheidungen von Quarz und Adular eine körnig-schuppige Anhäufung eines aller Wahrscheinlichkeit nach gleichen, weichen, grünen Minerals vor, das einer Analyse unterworfen wurde. Dasselbe schmilzt v. d. L. ziemlich leicht zu einer schwarzen magnetischen Perle, zersetzt sich in heisser Salzsäure mit Hinterlassung weisser Schüppchen von Kieselsäure in Form der verwendeten Mineralstückchen. Die Härte ist die des Chlorits. Die Analyse des Minerals aus einer Druse in der Nähe des Knappenhauses am Rathhausberg (I) und aus der vorn erwähnten Druse mit Adularkrystallen von der Erzherzog Johann Promenade (II) ergab:

	I.	II.
Kieselsäure	26,85	26,01
Thonerde	14,00	13,00
Eisenoxyd (mit Oxydul)	45,90	40,90
Manganoxydul	0,15	0,25
Kalkerde	2,00	Spur.
Bittererde	3,00	6,94
Wasser	9,20	12,20
	99,10	100,00

Das Mineral steht demnach dem sogenannten Aphrosiderit der Chloritgruppe am nächsten.

Ganz ähnlich, wie die Ausscheidung an der Erzherzog Johannpromenade bei Gastein, verhält sich auch der Chlorit der Einlagerungen vom Laderdinger Berg bei Hof-Gastein, welcher, wie gewöhnlich, gut ausgebildete Magnetitkrystalle und Titaneisenerz beherbergt.

Einer sehr gleichmässig körnigen und dadurch granitähnlichen Varietät des Gneisses begegnet man im Anlauf-

Thale bei der unteren Radeckalpe. Sie zeichnet sich zugleich dadurch aus, dass die Glimmerschüppchen butzenweise angehäuft sind, wodurch sie dem Gestein ein getigertes Aussehen verleihen und die sonst undeutliche Schichtung kenntlich machen. Im Gegensatz zu den glimmerreichen dünngeschichteten, leicht verwitternden Gneisslagen, welche, den Uebergang zu Glimmerschiefer bildend, vielfach in den höhern Gebirgstheilen beobachtet werden, stehen quarzreiche, harte, weisse Schichten mit spärlichen Beimengungen von ölgrünem Glimmer. Wir begegnen solchen Gesteinen am Knappenwege des Rathhausberges, wo sie durch ihre lichte Farbe die Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Aehnliche Schichten streichen auch an der Strasse zwischen Wenger und Waha in Bad Gastein zu Tag aus. Ihre blendend weisse Färbung wird hier durch die Zersetzung des reichlich eingeschlossenen Schwefelkieses rasch ins Rostfarbige verwandelt.

An accessorischen Beimengungen ist der Centralgneiss des Gasteiner Gebirgs recht arm. Selbt die sonst so gewöhnlichen Mineralien der Gneissgebirge wie Fibrolith, Turmalin, Magneteisen, Hornblende und Granat fehlen gänzlich, oder sind doch Seltenheiten. Zirkonkryställchen dagegen finden sich fast stets, oft auch Apatit, der in prachtvollen Krystallen an der Knappenwand vorkommt, beigemengt, und Beryll, Titaneisen, Titanit, Rutit, Anatas und Epidot werden hier und da angetroffen. Zu den sehr häufigen Einsprengungen gehört der Schwefelkies. Derselbe wird vielfach von den Gemengtheilen des Gneisses oder von Quarzmasse so dicht umschlossen, dass man ihn als eine endogene Bildung im Gestein auffassen muss. Damit vergesellschaftet scheint nun auch Gold in dünnen Blättchen häufig aufzutreten. Nach vorliegenden Proben ist mir diese Art des Vorkommens von Gold — abgesehen von jenem, auf den berühmten Gängen dieses Gebirgs — nicht zweifelhaft. Anderen Theils bildet

der Schwefelkies in vielen Fällen ziemlich dicke Streifchen und Lagen in Begleitung von Quarz und oft auch von verschiedenen Carbonaten und von Chlorit, sodass man an ein Ader- oder Gang-artiges Auftreten denken muss. Am grossartigsten und häufigsten sind Ausscheidungen von gewöhnlichem, derbem Quarze auf zahllosen Gängen und Adern, welche den Gneiss durchschwärmen. In den meisten Fällen erkennt man deutlich, dass die Quarzmasse nur eine Ausfüllung von Spalten, die das Gestein in bestimmter Richtung durchziehen, ausmachen. Besonders auffallend sind solche Quarzgänge, von welchen seitlich kleinere auslaufen und wie ein Netzwerk den Gneiss durchschwärmen. Ein Beispiel dieser Art bietet die Wand des Wasserfalls unter der Schreckbrücke in Gastein, wo auch mehrere einem Circumflex ähnlich gebogene Quarzausscheidungen sichtbar sind. Diese sind als Ausfüllungen grossartiger, durch Druck erzeugter Risse in Gastein anzusehen, wie solche entstehen, wenn starre Gesteinsmassen durch Ueberdruck zersprengt werden. Es wird sich später bei der Erwähnung der Gold führenden Gänge Gelegenheit finden, auf diese Verhältnisse zurückzukommen.

Was nun die Schichtenstellung dieses mächtigen Gneissgebirgs anbelangt, so ist bereits früher erwähnt worden, dass Stur dieselbe als eine fächerförmige gedeutet hat. Ich möchte sie als die eines aufgebrochenen, mächtigen Gewölbes bezeichnen, bei welchem die seitlichen Schichten vielfach zusammengefaltet, geknickt und verschoben erscheinen. Dadurch ist das Bild eines Gewölbes oder auch das eines Fächers mehr oder weniger verwischt und wir begegnen vielfach Mulden- und Sattelbiegungen, in welchen die Gneissschichten zusammengefaltet sind. Nur nach Aussen hin gegen die jüngeren Schiefer legen sich die Gneissschichten regelmässig unter letztere einfallend an.

Solche kuppenförmige Aufbiegungen bilden meist an der

Oberfläche hoch aufragende Felsrücken und tragen wesentlich zur pittoresken Ausgestaltung der Oberfläche bei. Es ist bereits angedeutet worden, dass auch die mächtige Felsbarre, welche bei Bad Gastein quer über das Thal zieht und den grossartigen Wasserfall veranlasst, einer solchen Schichtenaufbiegung ihren Ursprung verdankt. Man beobachtete oberhalb der Schreckbrücke ein SW. Einfallen der Gneissschichten. Gegen den unteren Wasserfall zu biegen sich die Schichten um, sie liegen der Wandelbahn gegenüber nahezu horizontal und nehmen dann rasch an der Strasse nach Hof-Gastein eine Einfallrichtung nach NW. an. Ich beobachtete in einem deutlich geschichteten, grünlichen Augengneiss an der Erzherzog Johannprommenade ein Einfallen in St. 12 mit 25° nach N. Uebrigens muss bemerkt werden, dass die sichere Bestimmung des Streichens und Fallens der Gneissschichten, bei der körnigen Ausbildung des Gesteins schon an sich schwierig, noch wesentlich durch die zahllosen Zerklüftungen des Gesteins erschwert wird, durch welche oft eine Bank- oder Schicht- täuschendähnliche Absonderung bewirkt und ein Erkennen der wahren Streichrichtung selbst aus geringer Entfernung unthunlichst gemacht wird.

Diese scheinbar endlose und wirre Zerklüftung des Gesteins nun ist es, mit welcher wir uns zunächst eingehender zu beschäftigen haben. Schon ein flüchtiger Blick lehrt uns, dass, so zahlreich sie auch auftritt, in ihrer Hauptrichtung doch eine gewisse Regelmässigkeit sich bemerkbar macht. Eine Reihe der bedeutendsten Klüfte, welche durch klaffende, glatte Wände, theilweise auch durch Quarzausfüllungen kenntlich sind, hält eine deutlich parallele Richtung ein. Sie werden von anderen unter sich gleichlaufenden Klüften gekreuzt oder schief durchschnitten. Auf diese Weise entstehen zahlreiche, grosse, parallelopipedische, von diesen Klüften begrenzte Felsstücke, aus welchen die Berge wie eine Riesenmauer aufgebaut erscheinen. Die Hauptklüfte

zeigen einen nahezu rein N—S. Verlauf. Mit diesem stimmt, wie wir gesehen haben, die allgemeine Thalrichtung überein. Andere Kreuzklüfte streichen ostwestlich. Daneben bemerkt man zahlreiche Spalten, welche von SW. nach NO. und von SO. nach NW. sich erstrecken. Dass wir hier Erscheinungen vor uns haben, welche bei der Aufbiegung und Zusammenfaltung der Gneissschichten entstanden sind, scheint nicht zweifelhaft. Es sind Risse in dem starren Gesteinsmaterial, welchen bei der Einwirkung der in einer bestimmten Richtung sich äussernden Druckkräfte ein dieser entsprechender Verlauf vorgezeichnet war. Es ist von sich selbst verständlich, dass mit dieser Bewegung und Zerstückelung der mächtigen Gebirgsmassen auch zahlreiche Verschiebungen, Verwerfungen und Verrutschungen verbunden waren und endlos viele Hohlräume entstanden sind, in welche später Ansiedelungen und Neubildungen von Mineralien stattfinden konnten. Dadurch erklären sich die zahlreichen Quarz-Gänge, -Adern und -Linsen mit verschiedenen Mineralausfüllungen, von welchen wir die Gneissschichten durchzogen sehen. Ebenso sicher ist anzunehmen, dass viele der Hauptzerklüftungen bis tief ins Innerste der Gebirgsmassen hinabreichen.

Wir könnten uns für die vorliegende Frage, bei der es sich um eine Erklärung des Ursprungs der Gasteiner Thermen handelt, mit diesen kurzen Andeutungen über die Zusammensetzung und Ausbildung des Gneissgebirgs begnügen, weil die warmen Quellen von Gastein unzweifelhaft diesem Gneissstock angehören. Doch sei gestattet, zur Ergänzung des Gesammtbildes auch noch einen flüchtigen Blick auf das vorliegende Schiefergebirge zu werfen, welches, wie anzunehmen ist, ursprünglich über den Gneissschichten ausgespannt war und auf denselben aufruhte.

Es ist für mich nicht zweifelhaft, dass in der örtlichen Aufeinanderfolge von centralen Gneissschichten und randlichen

phyllitartigen Gebilden auch eine zeitliche Aufeinanderfolge der Entstehung dieser geschichteten Gesteinszonen vorliegt und dass die beiderseitige Anlagerung einer Schieferhülle an dem Gneissstock als ein Zeichen des symmetrischen Aufbaus dieses Gebirgstheils gedeutet werden darf. Jetzt sehen wir nach der Auffaltung der älteren Gneissschichten die anfänglich über denselben ausgebreiteten jüngeren Schiefer beiderseits randlich verschoben und nur mehr spärliche Fetzen und zwischen die einzelnen Gneissschollen eingeklemmte Schieferzüge, die vor der nachträglichen Abnagung geschützt waren, auf den centralen Höhen des Gebirgs erhalten.

Wie die Lagerung, so weist auch die Gesteinsausbildung auf eine zeitliche Succession der Entstehung der verschiedenen Schieferzonen. Auf den weit vorwaltend körnigen Gneiss des Hauptstocks folgt nach aussenhin an den Rändern des Ankerthals und auf den Höhen nördlich vom Kötschachthal eine durch ganz allmälige Uebergänge mit dem centralen Gneiss innigst verknüpfte Gesteinszone von vorherrschend dünngeschichteten, glimmerreichen Schiefer, welche als Glimmerschiefer bezeichnet werden können. In der That machen diese Gesteine, wenn man sie bloss auf den Schichtflächen betrachtet, den Eindruck von Glimmerschiefer. Ich habe diese Schiefer auf der SO. Seite des Ankerthals an der sogenannten Haberreith und am Streitberg, ebenso auf der gegenüberliegenden Thalseite zwischen Kötschachthal und Remsach näher untersucht und gefunden, dass, wenn man sie auf der Bruchseite betrachtet, zwischen den glimmerreichen Lagen oft knollenförmige Anhäufungen von Quarz sich besonders bemerkbar machen, welchen meist in geringen Mengen Feldspath beigemengt ist. Selbst das unmittelbar Liegende des mächtigen Lagers von körnigem Kalk am Eingang ins Ankerthal bei Schneeberg besteht aus solchen knollig flasrigen Lagen, wie man sie auch in den tiefsten Schichten am Wasserfall bei Remsach antrifft. Auffallend

ist dabei die Erscheinung, dass auf dem Querbruche einzelne Blättchen von braunem Glimmer in den Quarzlinsen senkrecht zu den Schichtflächen gestellt sind. Besonders bemerkenswerth sind die reichlichen Salzauswitterungen, welche aus Zwischenlagen dieses körnigen Kalkes am Ausgange des Angerthals auswittern. Sie bestehen der Hauptsache nach aus:

Bittersalz . . .	97,98
Natriumsulphat .	1,70
Chlornatrium . .	0,32
	100,00

Die Fortsetzung dieses Kalklagers findet man genau in der Streichrichtung auf der östlichen Thalseite zwischen Gadaunern und Heissingut. Es beweist dies, dass eine wesentliche Verrückung der Schichten zwischen beiden Thalseiten nicht stattgefunden hat.

Die Schichten, welche sich nun weiter nordwärts über diesen in St. 12 mit 20° nach N. einfallenden Kalk sowohl am Hofberg, wie gegenüber an den Gehängen bei Hof-Gastein anlegen, sind im Allgemeinen keine typischen Glimmerschiefer, d. h. schiefrige Gemenge von Quarz und Glimmer, vielmehr zeigen sie weit vorwaltend den Charakter der glimmerglänzenden Phyllite. Nur in einzelnen quarzigen Zwischenlagen ist die Ausbildung des typischen Glimmers deutlich, so dass sich einzelne Schuppen gut spalten lassen und sich als elastisch biegsam erweisen. Durchwegs ist sonst die glimmerige Substanz dicht und innigst verwachsen, die einzelnen glimmerglänzenden Schüppchen, welche sich abheben lassen, besitzen nicht die Spaltbarkeit des Glimmers, sind nicht elastisch biegsam und verhalten sich ähnlich wie der Sericit. Am häufigsten sind diese Schüppchen schiefergrau durch reichlich beigemengte, pulverisch flockige, schwarze Körnchen, Blättchen von Graphit oder

graphitartiger kohliger Substanz gefärbt. Auch gehören abfärbende graphitische Einlagerungen zu den nicht seltenen Erscheinungen. Brauner Glimmer fehlt, die chloritischen Zwischenlagen etwa ausgenommen, gänzlich, und die schichtweise vorkommenden, rein weissen, glimmerigen, seidenglänzenden Schüppchen fühlen sich fettig an, sind nur durchscheinend und besitzen, wie es scheint, nur desshalb eine helle weisse Farbe, weil sie keine schwarzen pulverigen Körnchen enthalten. In allen diesen Schiefern finden sich eingewachsen sehr zahlreiche bräunliche, durchsichtige, parallelgestreifte, lange Nädelchen, welche im p. L. ungemein lebhafte Farbenreaktion zeigen. Sie dürften wohl als Turmalin anzusprechen sein. Kleinere, kurze Nädelchen sind zwar den bekannten Thonschiefernädelchen ähnlich, aber hell durchsichtig, wahrscheinlich Zirkon angehörig. Chloritblättchen, Epidot, Magneteisen und Schwefelkies sind häufige Beimengungen. Eigenartig sind gewisse, nicht seltene Schieferlagen, in welcher zahlreiche bis 5 mm grosse Rhomboëder von Braun- und Eisenspath porphyrartig eingesprengt vorkommen. Der Quarz welcher streifenweise zwischen die Schieferflasern sich anlegt, findet sich sehr häufig auch in grösseren Linsen oder Butzen und öfter auf Gang- oder Ader-artige Trümmern, die Schichten durchsetzend, ausgeschieden. Manche dieser Quarzlinsen bilden Drusen, in welchen neben Quarz verschiedene Carbonate, Orthoklas, Chlorit, grosse Blätter von Kibdelophan, Glimmer und Schwefelkies sich angesiedelt haben.

Behandelt man solche glimmerglänzende, schiefergraue Gesteine aus der Gegend von Hof-Gastein und der Nordseite des Ankerthals mit kochender Salzsäuere, so wird ein beträchtlicher Theil derselben zersetzt und man erhält eine stark eisenoxydulhaltige Lösung, während die rückständigen Schuppen wasserhell geworden sind, die Krystallnädelchen und die schwarzen, kohligen, pulverigen Einschlüsse aber

unverändert sich erhalten haben. Glüht man diese Schüppchen, so verschwinden auch die schwarzen Körnchen, was wohl als Zeichen angesehen werden darf, dass sie aus einer kohligen Substanz bestehen, welche bei dem Glühen verbrennt. Der zersetzte, eisenoxydulreiche Gemengtheil weist auf eine chloritartige Beimengung hin, wie solche auch in den Phylliten anderer Urgebirge nachgewiesen worden ist. Eine Bestätigung erhält diese Annahme dadurch, dass die nicht mit Salzsäure behandelte Schiefermasse bei lang anhaltendem Glühen eine bräunliche Färbung annimmt, wie sie der geglühte Chlorit zeigt. Gleichzeitig verschwinden hierbei auch die schwarzen, kohligen Einmengungen, wenigstens grossen Theils. Mit Flusssäure behandelt, zersetzt sich der Schiefer unter Hinterlassung der grösseren Nadeln, welche für Turmalin anzusehen sind, der kleinen, durchsichtigen, gelblichen Nädelchen, welche Zirkon zu fein scheinen, und von Körnchen oder unregelmässig zusammengehäuften Flocken der schwarzen kohligen Substanz, welche weiter beim Erhitzen unter Aufleuchten verbrennt. Bei dieser Behandlung wurden auch ungemein kleine schwarze Nädelchen sichtbar, welche wohl den gewöhlichen Thonschiefernädelchen entsprechen.

Es scheint mithin dieser Schiefer, abgesehen von diesen Beimengungen, wesentlich aus einem weissen glimmerartigen oder sericitischen, einem chloritischen Mineral und Quarz zusammengesetzt zu sein.

Eine analoge Beschaffenheit zeigen auch die holzfaserig brechenden Schiefer der Kalkphyllitregion. Die matter, weniger glimmerartig glänzenden Thonschiefer, welche unmittelbar mit den silurischen Kalken einbrechen, verhalten sich dagegen in andrer Weise. Sie geben, wenn sie nicht mit Eisenspath verwachsen sind, mit Salzsäure behandelt, keine eisenoxydulhaltige Theillösung, färben sich beim Glühen nicht braun und hinterlassen nach der Einwirkung von Flusssäure nur kleinste Thonschiefernädelchen, keine lang-

gestreckte Turmalinstängelchen, dagegen sehr zahlreiche Flocken und Körnchen, welche sich verbrennen lassen. Vielleicht kann man auf diese Weise die jungen und alten phyllitähnlichen Schiefer unterscheiden.

Bemerkenswerth ist eine Lage am Wasserfall von Hof-Gastein, welche eine hellgrüne, dem Chromglimmer ähnlich gefärbte Masse enthält und sich wirklich als eine gleichsam dichte Chromglimmermasse erwiesen hat. In schönen glimmerartigen Blättchen mit Quarz verwachsen fand ich dieses Mineral auch im Ackerlgraben bei Mühlbach am Mitterberg.

Neben diesen vorherrschend schiefergrauen Glimmerphylliten, auf deren Schichtflächen eine feine Parallelfaltelung in der ausgeprägtesten Weise sich bemerkbar macht, betheiligen sich auch zahlreiche Zwischenlagen von typischem Chloritschiefer mit Einsprengungen von Magneteisenkryställchen in Begleitung von Serpentin, dem sich am Rastetzen, Hundskopf und an der Laderdinger Alpe Talkschiefer beigesellt, seltener quarzige, durch Epidotbeimengungen ausgezeichnete Schichten (Epidotschiefer) und einzelne Streifen von krystallinischem Kalk an der Zusammensetzung dieser breiten Gesteinszone, welche thalabwärts bis gegen Harbach-Lugau und Dorf Gastein reicht. Nordwärts nehmen diese Schiefer ganz allmälig eine mehr thonige Beschaffenheit an ohne den Charakter der Phylitte zu verlieren und verbinden sich häufig mit Bänken von grossen Theils graulichgefärbtem körnigem Kalkstein. Neben der Parallelfaltelung auf den Schichtflächen fällt hier ein holzfaseriges Gefüge besonders ins Auge. Deutlich kenntliche Grauwackenbänke und Lydite habe ich hier nicht beobachten können, dagegen bedecken häufig Ausblühungen von Bittersalz wie Schneeflocken die Felswände, ähnlich wie im Engadin, mit welchem überhaupt diese Kalkphyllitzone viele Aehnlichkeit besitzt, wogegen ich in ihnen nicht die ge-

ringste Analogie mit den Bildungen der Radstädter Tauern zu entdecken vermochte. In dieser Ausbildung reichen die Schiefer bis zum Salzachthale bei Lend, wo noch einmal ein Streifen der älteren Chloritschiefer und von Serpentin beherbergenden Quarzphylliten sich aus dem Untergrund herauszuheben scheint. Im grossen Ganzen werden alle diese Schiefer von einem O.—W. Streichen und nördlichen Einfallen beherrscht, während wellenförmige Auf- und Abbiegungen nur ganz untergeordnete Bedeutung erlangen. Auch jenseits, d. h. nördlich von dem Salzachthale setzt die phyllitische Ausbildung der Schiefer bis in die Gegend von Dienten fort, wo im sogenannten Bergloch an der oberen Nagelschmiede bekanntlich die durch Versteinerungen sicher nachgewiesenen Silurschichten in Form von dolomitischen, an Spatheisenstein reichen, von Quarz durchzogenen Lagen zum Vorschein kommen. Die Thonschiefer nehmen hier zwar ein mehr erdiges Aussehen an, es stellen sich klastische sandige Grauwacken, Lydit- und Alaunschiefer ähnliche Einlagerungen ein und die Masse der zahlreich auftretenden Bänke von grauen, zuweilen röthlichen Kalksteinen wird dicht, wie bei gewöhnlichen Sedimentärkalken. Gleichwohl behalten auch hier zahlreiche Schieferschichten noch den glimmerigen Glanz der Phyllite bei. Petrographisch lässt sich daher in diesen Grenzregionen so wenig wie im Salzach-Hauptthale bei St. Johann bis Bischofshofen und im Mühlbachthale eine scharfe Grenze gegen die älteren Schiefer ziehen.

Nach dieser allgemeinen Orientierung in den geologischen Verhältnissen des Gasteiner Thals kehren wir zur näheren Betrachtung der Thermen von Gastein zurück.

Die warmen Quellen von Gastein.

Man kennt, auf engem Raume zusammengedrängt, in Bad Gastein gegen 18 Austrittspunkte warmen Quellwassers. Darunter sind acht, welche sich durch ihre Ergiebigkeit auszeichnen, nämlich:

Hauptquelle	mit	einer	Ergiebigkeit	von	2178 Min.-Liter u. 47,8° C Temp.
Fürstenquelle	„	„	„	„	284 Min.-Liter und 46,6° C Temp.
Doktorquelle	„	„	„	„	116 Min.-Liter und 45,0° C Temp.
Franz Jos.-Qu.	„	„	„	„	110 Min.-Liter und 39,0° C Temp.
Wasserfallqu.	„	„	„	„	94 Min.-Liter und 35,6° C Temp.
Grabenbäckerqu.		„	„	„	79 Min.-Liter. und 37,2° C Temp.
Chirurgenqu.	„	„	„	„	6 Minuten-Liter und 46,3° C Temp.
Fledermausqu.	„	„	„	„	2 Minuten-Liter und 35,0° C Temp.

Der Grad der Temperatur dieser Quellen entspricht mit einzelnen Ausnahmen ihrer Ergiebigkeit an Wasser und übersteigt die mittlere Jahrestemperatur ihres Ausflussortes mindestens um 30° C. Fünf derselben, nämlich die Doktor-, Franz Joseph-, Wasserfall-, Grabenbäcker- und Fledermausquelle, entspringen aus Klüften der anstehenden Gneissfelsen,[1])

1) Da gegenwärtig hierüber an den einzelnen Quellen keine controllirenden Beobachtungen mehr anzustellen sind, unterlasse ich hier, die diesbezüglichen älteren Angaben nochmals anzuführen. Man sehe desshalb nach Reissacker: „Die neuen Quellenstollen in Gastein, Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanstalt in Wien 1856" und „Die geogn. Sammlung von Böckstein" in „Mitth. der Gesellsch. für Salzburger Landeskunde 1862."

während die übrigen sich durch den das Gehänge des Badbergs in mächtigen Lagen überdeckenden Gehängeschutt Bahn gebrochen haben und jetzt darin meist durch Stollenbaue künstlich gefasst worden sind. Es scheint nicht zweifelhaft, dass die sämmtlichen Quellen einer einzigen gemeinschaftlichen Hauptwasserader entstammen, welche auf einer Hauptgesteinskluft aus der Tiefe empordringt und gegen die Oberfläche hin sich theils auf durchziehende Nebenklüfte verzweigt, theils sich in den die Hauptspalte überdeckenden Geröllmassen in mehrere Arme trennt. Zieht man die Lage der einzelnen Quellpunkte in Betracht und berücksicht die an den nächstgelegenen Gneissfelsen deutlich wahrnehmbare Richtung der durchsetzenden Klüfte und Quarzgänge, sowie die Längenerstreckung der Aufbruchsspalte des früher geschilderten Schichtengewölbes am Wasserfalle, so erscheint es als sehr wahrscheinlich, dass die das Quellwasser nach Oben leitende Kluft unmittelbar in den Felsen von Gastein sich vorfindet und in einer nahezu N.—S. Richtung durch das Gestein hindurchzieht. Querstreichende Nebenklüfte dürften der Wasserfall- und Grabenbäcker-Quelle einen Theil des Thermalwassers zuleiten, während die Hauptader sich auf die übrigen, in einem von S. nach N. hinziehenden Striche liegenden Quellen vertheilt. Dem entsprechend streichen die grossartigen Klüfte unterhalb der Schreckbrücke und an der Wandelbahn St. 12, etwas höher an der Strasse nach Patschken St. 1 und am Steinbruche zwischen St. 12 und 1.

Ziehen wir nun zunächst die Temperatur der Gasteiner Thermen in nähere Erwägung, so tritt die Höhe derselben erst ins rechte Licht, wenn wir die mittlere Jahrestemperatur der Stadt und der benachbarten Süsswasserquellen in Vergleich bringen.

Die Angaben über die mittlere Jahrestemperatur der Luft in Gastein schwanken zwischen 5,25° C und 5,5° C,

wogegen die Hauptquelle mit 47,8° C eine um mehr als 42° C höhere Temperatur besitzt.

Aehnliche Verhältnisse ergeben sich auch aus dem Vergleiche mit der Temperatur der Süsswasserquellen der Nachbarschaft, welche der mittleren Jahrestemperatur des Ausflussortes der Quellen zu entsprechen pflegt. Ich habe Ende Juli die Temperatur mehrerer solcher Quellen gemessen und folgende Zahlen erhalten:

1. Starke Quelle unterhalb der Strasse nach Hof-Gastein unterhalb des englischen Cafés bei 820 m mit 6,4° C.

2. Quelle für die Trinkwasserleitung in Gastein bei 1025 m mit 6,00° C.

3. Quelle an der Strasse ins Kötschachthal bei der Restauration zur schwarzen Lisel bei 1140 m mit 5,5° C.

4. Quelle am Weiher bei Patschken bei 1040 m mit 5,6° C.

5. Starke Quelle im Kötschach-Thale zwischen Restauration zum grünen Baum und der Himmelwand bei 1125 m mit 5,00 C.

6. Kurhausquelle in Böckstein bei 1127 m mit 3,75° C (nach Fugger).

7. Starke Quelle am Anfang des Anlauf-Thales bei 1145 m mit 5,3° C.

8. Quelle in demselben Thale bei dem Gedenkstein, aus Steinschutt hervorbrechend, bei 1160 m mit 6,25° C.

9. Quelle oberhalb einer Holzerhütte daselbst bei 1245 m mit 3,75° C.

10. Quelle im Nassfeldthale unterhalb des Kesselwasserfalls bei 1260 m mit 5,32 C.

11. Quelle daselbst oberhalb des Kesselwasserfalls bei 1375 m mit 4,75° C.

12. Quelle am Knappensteig zum Rathhausberg bei 1425 m mit 3,1° C.

13. Quelle unterhalb des Berghauses daselbst bei 1825 m mit 3,7° C.

14. Fürstenbrunnen am Untersberg bei 590 m mit 5,0°—6,9° C.

Die Temperatur der Süsswasserquellen erreicht entsprechend ihrer Höhenlage einen mit der mittleren Jahrestemperatur ihres Ursprungsortes ungefähr übereinstimmenden Wärmegrad. Wenn letzterer etwas höher ist, so rührt dies von dem Umstande her, dass das Quellwasser, ehe es zu Tage tritt, meist eine Strecke durch oberflächlich gelagerten Gehängeschutt fliesst und von der zeitweiligen Lufttemperatur beeinflusst wird. Dazu kommt, dass die Winterkälte mit ihren niederen Temperaturgraden wegen der schützenden Schneedecke weniger energisch auf den Untergrund und die Region der hier zirkulirenden Quellwässer einwirken kann. als auf die atmosphärische Luft. Von Thermen kann in allen diesen Fällen keine Rede sein. Nur im Lichtensteinklamm sind einige Quellen mit 12,5°—18,7° C Temperatur und am Grubereck im Rauriser Thale zwei mit 17,5° C in der Nachbarschaft bekannt, welche als Thermen gelten müssen. In grösserer Entfernung kennt man Thermen in den Alpen noch bei Villach (Warmbad mit 28,75° C) bei Hinterdux mit 22,5° C, die Quellen des Wildbads am Brenner mit 21,25° C, bei Grins unfern Landseck mit 20° C u. s. w.

Da die ersteren einen ähnlichen Gehalt wie die Gasteiner Thermen besitzen, so lässt sich ihre Wärme wohl auf dieselbe Ursache wie bei letzteren zurückführen. Ueber die Rauriser-Quelle ist nichts Näheres bekannt. Die hohe Temperatur, welche die Gasteiner Badquellen besitzen, ist daher eine Eigenthümlichkeit einer auf einen ganz kleinen Raum beschränkten Gruppe von Quellen.

Wie durch ihre hohe Temperatur, so zeichnen sich die Gasteiner Mineralwasser auch durch eine ganz ungewöhnliche Ergiebigkeit vor den gewöhnlichen Quellen aus.

Es wird die von den Thermen gelieferte Wassermenge auf 3000 Minutenliter angegeben, während die ergiebigsten Süsswasserquellen der Umgegend kaum 100 Minutenliter Wasser liefert. Es sind auch in dieser Beziehung ganz besondere Faktoren, welche bei den Gasteiner Thermen in Thätigkeit treten. Eine für Urgebirgsgegenden sehr aussergewöhnliche Menge von Quellwasser ist es, welches hier gesammelt und mit wunderbaren Eigenschaften begabt aus geheimnissvollen unterirdischen Werkstätten ans Tageslicht hervortritt.

Wir kommen nun zu dem Gehalt der Gasteiner Thermen an Mineralstoffen, welcher, wie schon hervorgehoben wurde, in einem höchst auffallenden Gegensatze zu ihrer hochgradigen Temperatur steht. Ganz besonders aussergewöhnlich ist der sehr geringe Gehalt an Kohlensäure.

Die Analyse des Thermalwassers [1]) (Hauptquellen?) ergab im Liter:

Schwefelsaures Natrium	0,2085
„ Kalium	0,0135
Chlornatrium	0,0428
Chlorlithium	0,0027
Kohlensaurer Kalk	0,0195
„ Bittererde	0,0017
Kohlensaures Eisenoxydul	0,0005
„ Manganoxydul	Spuren
Phosphorsaure Thonerde	0,0007
Kieselsäure	0,0496
Fluorcalcium	Spuren
Verlust	0,0004
Gesammtsumme der Trockenrückstände	0,3399
Kohlensäure der Bikarbonate	0,0096
Freie Kohlensäure	0,0309

Dieser Gehalt ist im Vergleiche zu dem anderer Mineralwässer ein sehr geringer und lässt sich zunächst mit jenem

1) Bunzel, Bad Gastein 1888.

von Pfäfers, dessen Therme nur 0,299 Trockenrückstände und 0,0971 Gesammtkohlensäure im Liter enthält, in Parallele stellen.

Es wäre von hohem wissenschaftlichen Interesse, auch von einzelnen der verschiedenen Quellen von Gastein Analysen zu erhalten, um daraus erkennen zu können, ob der Gehalt im Verhältniss zu den verschiedenen Temperaturen der Einzelquellen steht, wie wahrscheinlich ist und ob die niederen Wärmegrade durch eine Vermischung mit süssem Tagewasser veranlasst werden. Man scheint aber solche Einzelanalysen desshalb unterlassen zu haben, um nicht durch den etwaigen Nachweis eines geringeren Gehaltes an Mineralstoffen in den weniger warmen Quellen für die Badeanstalten, welche letztere benützen, gegenüber den Bädern mit Wasser von höherem Gehalte, welche desshalb vielleicht von den Badegästen bevorzugt würden, eine erstere schädigende Concurrenz hervorzurufen.

So gering auch der Gehalt an Mineralstoffen anderen Thermen gegenüber in den Gasteiner warmen Quellen erscheint, so ist derselbe doch im Vergleiche zu der Zusammensetzung des Wassers selbst den zunächst benachbarten Süsswasserquellen ein sehr beträchtlicher.

Ich habe, um hierfür Anhaltspunkte zu gewinnen, die Haupttrinkwasserquelle Gasteins einer Analyse (Ad. Schwager) unterwerfen lassen, deren Ergebnisse nachstehend mitgetheilt werden. Auch von der Süsswasserquelle, welche die Curanstalt in Böckstein benützt, besitzen wir eine Analyse (II) von Dr. B. Spängler.[1])

I. Trinkwasserquelle von Gastein bei 1025 m mit 6,0° C.

II. Kurhausquelle von Böckstein bei 1127 m mit 3,75° C.

---

1) Fugger, Ueber Quellentemperaturen im XV. Jahresbericht d. Oberrealschule in Salzburg. S. 65.

In einem Liter Wasser sind in Gramm enthalten:

	I.	II.
Kalkerde	0,0176	0,01538
Bittererde	0,0031	0,00024
Thonerde und Eisenoxyd	Spuren	0,00002
Kali	0,0049	0,00507
Natron	0,0031	0,00342
Kieselsäure	0,0115	0,00138
Schwefelsäure	0,0091	0,01399
Chlor	0,0026	0,00002
Kohlensäure	0,0133	0,02209
Organisches	Spuren	0,00400
	0,0652	0,06561

Diese Zahlen beweisen, dass die süssen Quellwässer dieses Urgebirgs eine äusserst geringe Menge von Mineralbestandtheilen und zwar gegen die Gasteiner Thermen fünfmal weniger enthalten, so dass letztere auch in dieser Richtung sich wesentlich vom gewöhnlichen Quellwasser der Umgegend unterscheiden. Dagegen scheinen die in Lösung aufgenommenen Salze nahezu übereinzustimmen. Sie können als Auslaugungsprodukte der Gneissschichten gelten, welche bei den Süsswasser-Quellen durch geringere, bei den Thermen durch stärkere Einwirkung auf die zersetzbaren Gesteinsbestandtheile erzeugt worden sind.

Man hat mehrfach das Vorkommen der Thermen von Gastein mit dem Auftreten der Goldlagerstätte im benachbarten Rathhausberg in Verbindung und in einen gewissen genetischen Zusammenhang gebracht, einestheils wohl, weil beide benachbarten Erscheinungen aussergewöhnlicher Art sind und anderntheils, weil die Erzlagerstätte am Rathhausberg, in ihrem Streichen nach NO. fortgesetzt gedacht, ungefähr auf die Gegend von Gastein treffen würde.

Richtig ist, dass man in der Umgebung von Gastein

auf zahlreiche Quarzgänge mit Erzspuren stösst, welche eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Erzvorkommen am Rathhausberge besitzen. Auch soll in der nächsten Nähe von Gastein in früherer Zeit Bergbau — wenn auch vielleicht nur versuchsweise — auf Erzgängen betrieben worden sein. Auf Nester von Quarz in Vergesellschaftung mit Orthoklas, Chlorit, Karbonaten und Kiesen stösst man hier im Gneiss an sehr zahlreiche Stellen; Schichten des letzteren umschliessen häufig zerstreute oder in Streifchen angehäufte Schwefelkiestheilchen und, wie mir nicht zweifelhaft scheint, auch Fünkchen von Gold.

Es lag daher nahe, auch das Vorkommen des Goldes mit den dasselbe begleitenden Erzen am Rathhausberge, welches sich bekanntlich an zahlreichen Orten der hohen Tauern in gleicher Weise wiederholt, in das Bereich dieser Untersuchung zu ziehen.

Das Vorkommen von Gold und Erzen auf dem Rathhausberge.[1])

Der Rathhausberg besteht aus denselben Gneissgebilden, wie solche in der nächsten Umgebung von Gastein auftreten und wie wir sie in den Thälern von Kötschach, der Anlauf und des Nassfeldes kennen gelernt haben. In diesem Gneiss findet sich nun auf einem ausgedehnten Erzzuge gediegen Gold in mit unbewaffnetem Auge erkennbaren

1) Russegger, U. d. W. Abhang der Alpen in Salzburg und Tyrol, Jahrbuch für Mineralogie 1835, S. 505; ferner in Baumgartner's Zeitschrift für Physik I. Bd., S. 97 nnd 349; II. Bd., S. 61 und 261. — Reissacher, Ueber goldf. Gangstreichen d. Gasteiner- etc.-Thals in v. Haidingers naturwiss. Abhandl. II. Bd.; Einiges über die geognost. Verhältnisse des Gasteiner Thals in Mittheil. der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde II. Bd., S. 95. — A. R. Schmidt, Nachrichten über die alten verlassenen Gasteiner Bergbaue in der Oesterr. Zeitschr. für Berg- und Hüttenwesen 1870 S. 147 und 154. — Posepny im Archiv f. pract. Geologie I. Bd., S. 88.

Blättchen und Körnchen (Freigold) und mit verschiedenen Schwefelmetallen — Schwefel-, Kupfer- und Arsenkies, Bleiglanz, Blende, Antimonglanz, Melanglanz (Stephanit), Antimonsilberblende (Pyrargyrit) — unsichtbar verbunden (Quickgold), welches einen bis in die vorrömische Zeit hinaufreichenden, wohl jetzt über zweitausend Jahre lang andauernden und auch gegenwärtig noch in Betrieb stehenden, altehrwürdigen Bergbau in den Tauren begründet.

Das meist silberhaltige Gold und die oben genannten Schwefelmetalle treten mit gewöhnlichem, derbem, theils milchweissem, undurchsichtigem, theils wasserhellem Quarz als Hauptgangart und in eigenthümlicher Vergesellschaft mit Karbonaten, namentlich Kalkspath, Braunspath, Ankerit, Eisenspath, sehr selten auch mit Flussspath, innerhalb einer ziemlich breiten Zone eines grünlichen Gneisses auf, dessen Schichten im Allgemeinen nach St. 1 streichen und nach St. 7 mit 40—50° NW. einfallen. Der braune Glimmer des Gesteins ist hier meistentheils in eine dunkelgrüne, chloritische Substanz umgewandelt. Die Gneisszone, innerhalb welcher der Bergbau speziell am Rathhausberge umgeht, beträgt 400—500 m in der Breite, erstreckt sich auf eine Länge von 1700 bis 1800 m und ist bis zu einer Tiefe von über 500 m aufgeschlossen. Man zählt mehr als 60 Tagstollen, durch welche die Lagerstätte vom höchsten, dem Vogelgesang-, bis zum gegenwärtig tiefsten Hieronymus-Stollen (1900 m über dem Meere, 787 m über Böckstein) angefahren wurde. Dazwischen ist das ganze Gebirge durch zahllose Mittel- und Abbaustrecken förmlich durchwühlt, weil das Erzvorkommen kein stetiges, sondern ein absätziges ist und oft grosse Pfeiler als unbauwürdig stehen geblieben sind. Daher wechselten auch vielfach Perioden grosser Ergiebigkeit des Bergwerksbetriebes mit Zeiten beträchtlicher Zubussen. In grösster Blüthe stand der Bergbau von 1460 bis etwa 1560 zur Zeit der reichen Gewerken Weitmoser,

Strasser, Zott u. s. w. Während dieser Glanzperiode sollen die Abgaben an die erzbischöflische Kammer allein jährlich (?) 80 000 Goldgulden betragen haben.

Die Natur der Erzlagerstätte hat man sehr verschieden aufgefasst. Man hielt dieselbe bald für ein Lager, bald für einen Lagergang, meistentheils aber für einen ächten Gang. Nach dem Besuch derselben ist es mir nicht zweifelhaft, dass das Vorkommen ein gangförmiges, allerdings von eigenthümlicher Beschaffenheit ist. Der Gang erweist sich nämlich nicht als eine geschlossene fortlaufende Lagerstätte mit symmetrisch angeordneter Ausfüllungsmasse und mit regelmässiger beiderseitiger Abgrenzung gegen das Nebengestein durch Saalband und Besteg. Es giebt zwar Strecken, auf welchen eine deutliche, glatte Ablösungsfläche mit einem graulich weissen Lettenbesteg am Hangenden des Gangs neben einer Ausfüllung des Gangs mit Quarz sich wahrnehmen lässt, gegen das Liegende aber ist auch in solchen Fällen die Gangabsonderung keine scharfe. Solche Strecken gelten jedoch erfahrungsgemäss nicht als die erzreichsten; sie sind vielmehr oft erzarm und selbst unbauwürdig. Meistentheils ist die Gangausfüllung unregelmässig, absätzig, bald erweitert, bald verengt und innig mit dem Nebengestein verwachsen, indem zahlreiche Klüftchen oft mit deutlichen Rutschflächen hier durchsetzen und die Gangmasse auf diesen Klüftchen zwischen den durch dieselbe zerstückelten Gneissschollen sich angesiedelt hat. Das Ganze bildet dann ein Netzwerk von Gangtrümmern im Gneiss, bei dem immer noch eine dem Hauptstreichen des Gangs entsprechende streifenweise Anordnung der mehrfach sich nebeneinander wiederholenden Erzausscheidungen und der Gangmasse sich zu erkennen giebt. Erweiterungen dieser Art erweisen sich oft als erzreich und edel, namentlich wenn in dem Gestein zugleich chloritische Beimengungen reichlicher vorhanden sind. Durch eine derartige Anordnung der Gangausfüllung ist wohl die

Ansicht entstanden, dass der Gneiss selbst hier gangförmig auftrete, was keineswegs der Fall ist. In Bezug auf die Anordnung der Gangmasse ist im Allgemeinen zu bemerken, dass der Quarz mehr im Hangenden und in der Mitte sich hält, die Karbonate dagegen gegen das Liegende hin angesiedelt sind. Doch ist diese Scheidung keine strenge und die verschiedenen Ausfüllungsmassen sind oft scheinbar unregelmässig miteinander verwachsen. Durchsetzende Klüfte nennt man hier Schrämme, welche vielfach von thonigem Zerreibsel erfüllt sind. Grössere Klüfte mit deutlichen Ablösungsflächen werden Blätter genannt. Die letzteren betrachtet man als Merkzeichen, durch welche die Gangrichtung angedeutet ist. Man spricht geradezu von erzführenden Blättern wie von Gängen, während die Schrämme für taub gelten.

In diesem Sinne zählt man am Rathhausberge ein Hauptblatt (Haupterzgang), dann ein liegendes und ein hangendes Blatt, welche nahe gleiches Streichen in St. 3 und Einfallen unter 55° in St. 9 nach SO. besitzen, aber schwierig von einander und zwar nur durch den Erzadel, der vorzugsweise dem Hauptblatt folgt, zu unterscheiden sind. Es ist deshalb bei den Grubenbauen oft nicht sicher, ob man auf dem Hauptblatt oder einem Nebenblatte arbeitet. Dazu kommt, dass auch Gangverschiebungen vorkommen, welche mit Gangverwerfungen nicht verwechselt werden dürfen, indem erstere schon vor den Gangausfüllungen vorhandene Gebirgsverrückungen darstellen, deren offene Spalten dann nachträglich mit Gangmasse ausgefüllt wurden, während Verwerfungen den bereits gebildeten Gang aus seiner Richtung und Lage gebracht haben. Solche Verschiebungen in Verbindung mit der Veraderung der Gangmasse ins Liegende machen es bei dem Bergbau oft sehr schwierig, den richtigen erzführenden Gang zu verfolgen, wie es gegenwärtig am Rathhausberg der Fall zu sein scheint. Der tiefste jetzt in

Betrieb stehende Stollen ist hier der Hieronymusstollen, der, wie die zwei nächsthöheren, auf der sogenannten Fäule angesetzt wurde, um den Haupterzgang in beiläufig 1250 m Länge schiefwinkelig anzufahren. Diese Fäule wird als eine Art einer tauben, mit aufgelösten Reibungsprodukten ausgefüllten, daher leichter zu bearbeitenden Gangkluft angesehen. Nach meiner Befahrung des Hieronymusstollens, in welchem ich das Gestein der Fäule anstehend zu beobachten Gelegenheit hatte, halte ich diese Fäule nur für eine glimmerreiche, desshalb weichere und leichter der Zersetzung zugängliche Zwischenschicht im Gneiss, welche dem sogenannten Neuner des Rauriser Erzzugs entspricht, nicht für eine Spalte. Man traf mit diesem Stollen den Gang nicht an der Stelle, an welcher derselbe nach seinen Verflächen in oberen Teufen erwartet werden durfte und fuhr erst nach verschiedenen Querschlagsversuchen das jetzt streichend verfolgte Blatt mit relativ geringem Adel an; daher es zweifelhaft ist, ob das jetzt verfolgte Blatt wirklich der Hauptgang sei. Der stete Wechsel von erzreichen Partien oder einer nesterweisen Vertheilung des Erzadels ist eine der eigenthümlichsten und den Bergbau am meisten erschwerenden Erscheinungen bei dem Erzvorkommen der Tauern. Daher rührt es auch, dass, indem man reiche Mittel sofort abbaute, sobald man sie angefahren hatte, ohne vorher vorsorglich erst durch Vorrichtungsbaue neue, reichere Erzpartien ermittelt zu haben, während des ganzen Bergbaubetriebs Zeiten reicher Erträgnisse mit solchen der Ertragslosigkeit wechseln und der Bergbau sogar öfters ganz aufgelassen wurde. Der wegen des absätzigen Vorkommens der Erze und der ungewöhnlich hohen Lage an sich schwierige und kostspielige Bergbau kann nur rationell betrieben werden, wenn der Abbau und das Vorrichten guter und reicher Erzmittel in ein richtiges Verhältniss zu einander gesetzt werden, was allerdings die Vorlage grösseren Betriebs-Kapitals erfordert, wie

es der nur des Gewinns wegen interessirte Private vorzuschiessen selten Lust trägt. Die Ausbeutung der in der Tiefe unbenützt lagernden Schätze ist in erster Linie eine Sache des allgemeinen öffentlichen Interesses der Industrie und des Handels zur Förderung des Erwerbs in arbeitsarmen Gegenden; sie ist vorzüglich eine Aufgabs des Staats, der höhere Ziele als den rein pekuniären Gewinn im Auge haben muss. Was nun die Zukunft dieses Bergbaus anbelangt, so ist allerdings richtig, dass im grossen Ganzen ein allmäliger Rückgang des Ertrags mit dem weiteren Vordringen gegen die Tiefe hin sich herauszustellen scheint. Nach der ganzen Natur des Erzvorkommens liegt dies aber nicht sowohl an der raschen Abnahme der Erzmittel nach der Tiefe, als an den weniger energischen und ausgedehnten Untersuchungs- und Vorrichtungsbauen und z. Th. auch daran, dass man den Gangzug von der sogenannten Fäule abgeschnitten annimmt, wozu kein Grund vorliegt. Absolute Sicherheit freilich hat man nicht, dass die Gänge edel in der Tiefe niedersetzen; aber nach dem ganzen Verhalten derselben in den oberen Teufen ist dies nicht unwahrscheinlich. Verkehrt aber wäre es, etwa von halber Bergeshöhe, wie dies früher einmal versucht worden ist, querschlägig den Gangzug aufschliessen zu wollen, weil auf dieser Höhe weder für den Erztransport, noch für Zubringung von Holz und für die Betriebsmannschaft ein zureichender Vortheil zu erzielen wäre. Räthlicher scheint mir, den Angriff in der noch näher zu ermittelnden Streichlinie des Gangzuges vom waldreichen Anlauterthale aus, wo ohnehin an den Gehängen ein alter angeblich bedeutender Bergbau „Kniebeis" früher stattfand, zu bewerkstelligen. Gelänge es nicht, durch streichendes Auffahren den Gangzug anzutreffen, so könnte man schliesslich denselben querschlägig aufsuchen. Hier liegt eine ebenso berechtigte, wie hoffnungsvolle Aufgabe des Staates vor, für welche die erforderlichen Geldmittel,

weil auf viele Jahre vertheilt, im Vergleiche zu dem allgemeinen Interesse, welches durch den Aufschwung des Bergbaues für die Gegend erzeugt würde, als eine verschwindend kleine Summe bezeichnet werden dürfen.

Was nun die Beziehungen der Erzlagerstätte am Rathhausberg zu den Thermen von Gastein anbelangt, so konnte ich auch nicht den entferntesten Zusammenhang angedeutet finden. Schon die Verlängerung der Streichrichtung der Gangzüge trifft unter Berücksichtigung des SO. Einfallens nicht entfernt mit den Quellpunkten der Thermen von Gastein zusammen. Wichtiger aber ist, dass weder auf den Erzgängen selbst die hier auftretenden Gewässer eine höhere Temperatur verrathen, als ihnen nach der Höhenlage zukommt, noch die in der Nähe aus den Gneissschichten emporsprudelnden Quellen höhere Wärmegrade besitzen. Eine Quelle in der Nähe des Knappenhauses hat bei 1825 m Höhe eine Temperatur von 3,40° C, eine etwas tieferliegende am Knappensteig bei 1425 m 4,0° C.

Aehnliche Verhältnisse wiederholen sich im ganzen Centralstock der hohen Tauern, wie die alten Goldbergbaue in den dem Rathhaus zunächst benachbarten Bergorten des Siglitz-, Pochhard- und Erzwieser-Gangzugs, dann die berühmten Gruben in der Rauris, namentlich die Goldbergzeche und kärtenerischerseits die Goldzeche, sowie viele andere erkennen lassen. Auch über die hohen Tauern hinaus erstrecken sich analoge Erzvorkommnisse. So stossen wir in den Radstädter Tauern auf Erzlagerstätten mit einer ähnlichen Mineralvergesellschaft wie im Gasteiner und Rauriser Gebirge, aber, sowie bekannt ist, ohne Begleitung von Golderzen. Diese Analogie und der Umstand, dass die sogenannten Radstädter Tauernbildungen bis in das Gasteiner Thal herüberreichend angeben werden und dass andererseits die Dientener Silurschichten bis Radstadt und Mandling reichen sollen, gaben mir Veranlassung, auch den Radstädter Tauern einen, wenn auch

flüchtigen Besuch abzustatten. Wenn ich es wage, im Nachstehendem einige Mittheilungen hierüber zu machen, so sollen dieselben nur ganz im Allgemeinen die Eindrücke schildern, welche dieses geologisch so hoch interessante Gebirge auf mich gemacht hat.

Die Radstädter Tauern.[1])

Das Fundament des den hohen Tauern sich ostwärts anschliessenden Gebirgsstocks besteht aus ähnlichen Urgebirgsgesteinen, wie in den westlicher liegenden Centralalpen. Es sind der Hauptsache nach zweiglimmerige, quarzreiche Gneisse von heller, oft grünlicher Färbung, welche bei mir den Eindruck gemacht haben, als seien sie identisch mit jenen der hohen Tauern, nur zeigen sich Hornblende führende Schiefer mit Epidoteinschlüssen häufiger, als in dem Gasteiner Gebiete. Chlorit-, Karbonat- und Schwefelkies-Ausscheidungen und Quarzlinsen fehlen auch hier nicht. V. Foullon bezeichnet einen Theil dieser sehr deutlich geschichteten Gesteine als Albitgneisse. Sie gehen allmälich in glimmerreiche, dünngeschichtete Lagen über, welche man Glimmerschiefer nennen kann, obwohl sie so wenig, wie im Gasteiner Thale, den Charakter des typischen Glimmerschiefers an sich tragen.

In den mit Hornblendegestein wechselnden Gneissschichten im Seekaar (1895 m) am Fusse der Seekaarspitze setzt eine Erzlagerstätte (Seekaarschurf) auf, welche, bis in die neueste Zeit bebaut, gegenwärtig in Fristen gehalten wird. Die Erzführung lässt eine merkwürdige Uebereinstimmung mit jener der Golderzgänge in den hohen Tauern

1) Vergleiche Stur im Jahrb. d. geol. Reichsanstalt Bd. V, 1854, S. 833; dann in Geologie der Steiermark. — Vacek, im Jahrbuch der geol. Reichsanstalt 1884, S. 609 mit der daselbst angegebenen Literatur und v. Foullon daselbst S. 635.

erkennen, nur dass Kupferkies und Karbonate weit über die mit einbrechenden, silberhaltigen Fahlerze vorherrschen und angeblich ein bemerkenswerther Goldgehalt fehlt. Die auf der Berghalde in beträchtlichen Massen aufgehäuften Erzstufen bestehen aus Quarz als der vorherrschenden Gangart und damit reichlich und innig verwachsen zeigen sich Karbonate, Kalk-Brau-Eisenspath und Ankerit. Das Haupterz ist, wie oben bemerkt wurde, Kupferkies. Damit verbunden tritt auch in nicht unbeträchtlicher Menge silberhaltiges Fahlerz (mit 0,41 % Silber und 8 % Kupfer), seltener Schwefelkies auf. Das Nebengestein des N.—S. streichenden und mit 50° einfallenden, bis 1 m mächtigen, aber absätzigen Ganges ist ein phyllitartiger Schiefer, welcher im Gneiss eingelagert zu sein scheint. Ein weithin mit dem Auge verfolgbarer brauner Streifen zwischen diesen Gneissschichten verräth das Ausgehende und das durch alte seit 1682 aufgelassene, seit 1866 wieder aufgenommene Baue aufgeschlossene Fortstreichende dieses Erzzugs. Weder die Temperatur des aus dem Stollen fliessenden Wassers, noch die einer benachbarten starken Quelle (1,75° C bei 1750 m) lässt auch hier einen Einfluss der Erzlagerstätte auf eine höhere Wärme der in der Tiefe circulirenden Gewässer wahrnehmen.

Gleich N. vom Obertauern-Hause stehen neben der Strasse glimmerschieferartig glänzende Thonschiefer an. Sie scheinen jedoch einer verstürzten Scholle anzugehören, wie denn überaupt in diesem Gebirge durch Ausnagungen, Unterwaschungen und Niederbrüche die grossartigsten Veränderungen in der ursprünglichen Lagerung der Gesteine bewirkt worden sind. Sowohl an dem Tauernsattel, wie gegen die Stöcklalp hin liegen gewaltige Kalkklötze, welche offenbar als von den Höhen herabgestürzte Bergtrümmer in zusammenhangsloser Lagerung anzusehen sind. Auf derartige verstürzte und herabgebrochene Bergtrümmer in grossartigem Maasstabe stossen wir an vielen Stellen dieses Hochgebirges.

An dem Rande der Tauernkette lagern sich nordwärts phyllitische Schiefer an, welche über Radstadt hinaus bis zum Rossbrand reichen und die isolirte Kuppe des aus chloritischen Quarzitschiefer mit ganz spärlichen Beimengungen von Plagioklas zusammengesetzten Stadtbergs umschliessen.

Was aber diesem Gebirgsstocke einen ganz aussergewöhn- Charakter verleiht, das sind die kalkigen und dolomitischen Felsmassen, welche sich auf dem Urgebirgsfundament aufgesetzt erweisen und in vielfach verschlungenen Zügen über das ganze Gebirge verbreiten. Sie machen die unter der Bezeichnung Radstädter Tauerngebilde bekannt und berühmt gewordenen Schichtgesteine aus, über deren Zugehör zur Trias jetzt wohl kein Zweifel mehr besteht. Nach dem Vorgange Stur's[1]) unterscheidet Vacek bei seiner neuesten gründlichen Untersuchung in diesen Gebilden eine Diploporenkalk- und Pyritschiefergruppe, von welchen angegeben wird, dass sie sowohl unter sich, als zu den unterbreiteten älteren Gesteinschichten ungleichförmig gelagert seien. Diese Kalk- und Schiefergebilde der Radstädter Tauern haben in ihrem Gesammtverhalten mich auf das Lebhafteste an jene Kalkvorkommnisse erinnert, welche im Engadin, Oberhalbstein und Davoser Gebirge, am Tödi und südlich von Innsbruck einem älteren krystallinischen Grundgebirge aufgesetzt sind. In manchen Beziehungen ist diese Analogie wirklich eine erstaunlich grosse; selbst die petrographische Beschaffenheit mancher Gesteine, namentlich die der tiefsten Lagen und der orangegelb angelaufenen Dolomite dieser Gebiete sind zum Verwechseln ähnlich und fordern zu einem näheren Vergleiche auf.

Ich habe diese dem krystallinischen Grundstocke ungleich-

1) Stur, Jahrb. der geol. Reichsanst. 1853, S. 833; Peters, daselbst S. 808; Vacek, daselbst 1884, S. 633 u. ff. und Stur, Geologie der Steiermark.

förmig aufgelagerten jüngeren Schichtgesteine der Radstädter Tauren an ziemlich vielen Stellen freilich nur in der Umgebung von Obertauern einer näheren Untersuchung unterzogen und bin hierbei zu folgenden Annahmen geführt worden, die, weil sie sich nicht auf die Erfahrungen innerhalb dieses ganzen Verbreitungsgebietes stützen, zwar einen geringeren Grad von Sicherheit gewähren, aber doch wohl einer näheren Prüfung empfohlen werden dürften.

An mehreren Stellen, namentlich am Ostrande einer Abzweigung der grossen Kaare in der Nähe des Wildsee's, fand ich sehr deutlich unmittelbar über die quarzigen, durch den gelben Ueberzug mit der Landkarten-Flechte weithin kenntlichen Schichten des gneissartigen Grundgebirgs ausgebreitet eine bröckliche Trümmerlage aus wenig abgerollten Urgebirgsfragmenten mit kalkig mergeligem Bindemittel nach oben mit Uebergängen in einen weissen und röthlichen, kieselreichen, dünnschichtig-flasrigen Kalkschiefer, dessen Schichtflächen von einem eigenthümlichen, Sericit-ähnlichen, schuppigen Mineral überkleidet sind. Eine Bank von Rauhwacke trennt diese Schichten von den nunmehr in grosser Mächtigkeit gleichförmig aufgelagerten, schwarzen, dolomitischen Kalken, deren tiefere Lage zahlreiche Hornsteinknollen umschliesst und zugleich von weissen Quarzadern durchzogen ist. Diese Schichten machen auf mich ganz den Eindruck der Guttensteiner Kalke und Dolomite. Namentlich besitzen die tieferen, plattigen Lagen den Charakter der unmittelbar über den Werfener Schichten z. B. am Südfusse der übergossenen Alp entwickelten Muschelkalkbänke. Die gleiche Schichtenaufeinanderfolge konnte ich an zahlreichen Orten wiederholt beobachten. Sogar an der Tauernstrasse ist sie deutlich an ersten Ansteigen derselben S. vom Dorfe Untertauern in der Nähe eines Kapellchens und des Wegsteins 84, wie auch tief unten im Bachgerinne der Taurach zu beobachten. Es stehen hier ganz dieselben weissen und

röthlichen, flasrigen Kalkschiefer mit quarzigen Beimengungen und sericitähnlichem Anflug auf den Schichtflächen, wie auf den Berghöhen an und es folgen auch hier dieselben Lagen von Rauhwacke, dann über diesen gleichförmig der schwarze, plattige, kieselige Kalk und Dolomit, wie in den Wildseekaaren. Ich halte diese mehrfach in gleicher Weise beobachtete Aufeinanderfolge von bestimmt charakterisirten Schichten für keine zufällige örtliche Erscheinung und stehe nicht an, da ich eine petrographisch ähnliche kalkige Ausbildung der obersten Lagen der Werfener Schiefer auch in den Schweizer-Alpen kennen gelernt habe, die tiefen flasrigen Kalkschiefer mit der Rauhwacke für eine Facies der obersten Werfener Schichten anzusehen.

In dem Profil an der Tauernstrasse legt sich über dem schwarzen, plattigen, dolomitischen Kalk ein mächtiges System schwarzer Kalke und Dolomite, ähnlich dem Ortler-Kalk an, welche nach oben in eigenthümlich fleckige, breccienartig aus hellfarbigen, oft streifigen nach allen Richtungen zerstreut liegenden Trümmern und einer schwarzen Zwischenmasse zusammengesetzte Lagen übergehen. In gleicher Weise baut sich auch in den höchsten Gebirgstheilen diese Schichtenfolge weiter auf. Weisslich ausgewitterte dolomitische Stücke, welche aus dieser Region stammen, enthalten an der Tauernstrasse in der Nähe oberhalb des erwähnten Kapellchens ungemein zahlreiche Versteinerungen, welche leider nur in ganz zertrümmertem Zustande herauszugewinnen sind, da das Gestein bei dem Zerschlagen bis ins Kleinste in der Richtung der dasselbe durchziehenden Klüfte zerbröckelt. Doch glaube ich unter diesen Trümmern eine *Dimerella* erkannt zu haben. Eine dünne Zwischenlage von tiefschwarzem, dünngeschichtetem, thonigem Schiefer, in dem ich vergebens nach organischen Einschlüssen gesucht habe, unterbricht die Reihe der dunklen, von zahlreichen weissen Quarzadern durchzogenen Kalke und Dolomite, welche darüber in weisslich

gestreiften und gefleckten und noch höher in ziemlich weissen Lagen fortsetzen. Unmittelbar über der thonigen Zwischenlage fand ich an der sogenannten Hohlwand Adern von violblauem Flussspath, dessen Vorkommen lebhaft an jenes im Muschelkalke von Reichenhall erinnert. Dagegen gelang es mir nicht, Gyroporellen in diesem Gestein, welches ich auch in den höheren Gebirgslagen und in ausgewitterten Stücken fleissig absuchte, zu entdecken.

Den ganzen Schichtenkomplex der schwarzen Kalke und Dolomite glaube ich auch hier mit einigem Rechte als Repräsentant des alpinen Muschelkalkes ansehen zu dürfen.

Dieser ziemlich mächtigen Kalk- und Dolomit-Schichtenreihe ist nun die gleichfalls ziemlich mächtige Stufe des schwarzen, meist dünngeschichteten Mergelschiefers aufgesetzt, welcher als sehr charakteristisch wohlausgebildete, oft ziemlich grosse Schwefelkieswürfel in Menge umschliesst und desshalb von Vacek zutreffend Pyritschiefer benannt wurde. Im Gegensatze zu der Annahme Vacek's, welcher diesen Pyritschiefer als ungleichförmig dem Diploporenkalke aufgelagert angiebt, bin ich zur Annahme geführt worden, dass beide Bildungen im Grossen und Ganzen gleichförmig aufeinander folgen, wie die Glieder zweier zueinander gehöriger Schichtenabtheilungen. Ich lernte zwar auf den Gehängen und an Thalstellen auch Punkte kennen, an welchen eine Diskordanz der Lagerung sich bemerkbar machte. Mir scheint es jedoch, dass in allen diesen Fällen eine derartige abnorme Lagerung durch eine Verrutschung des an sich weicheren, zur Abgleitung geneigten schieferigen Gesteins sich erklären lasse. Dabei ist nicht ausgeschlossen, dass da oder dort auch sich der Schiefer auf einem Untergrunde des schwarzen Kalks abgelagert hat, der vorher bereits durch Erosion abgetragen und stellenweise in verschiedene Formen ausgefurcht worden war.

Diese Stufe der Pyritschiefer besteht nicht gleichförmig

bloss aus thonig-schiefrigen Lagen, sondern es sind denselben auch sehr zahlreiche Bänke eines schwarzen, theils dichten, harten, theils körnigen, spröden Kalks eingebettet. Der Schiefer ist frisch schwarzgrau, mattschimmernd, dünn- meist ebenspaltend und nimmt in Folge von oberflächlicher Verwitterung einen bräunlichgrauen Farbenton an. Daneben kommen aber auch Phyllit-ähnliche, glimmerig glänzende, auf den Schichtflächen feinparallel gefaltete Abänderungen und grünliche Zwischenschichten vor, welche an das grüne Gestein der Wengener Schichten in Südtirol erinnern.

Die glimmerig glänzenden Schichten, welche wechsellagernd zwischen dem schwarzen Schiefer mit matten Schichtflächen liegen, scheinen sich auf kalkhaltige Lagen zu beschränken. Sie brausen lebhaft mit Säuren und verhalten sich in Dünnschliffen sehr ähnlich wie Phyllite, zeigen sich reichlich mit schwarzen, kohligen Theilchen angefüllt und enthalten grössere, i. p. L. lebhaft farbig reagirende und kleinste schwarze Nädelchen, während bei dem thonigen, mit Säuren nicht brausenden Schiefer solche Nädelchen nicht deutlich zu bemerken sind. Die Einlagerung der mit Kalk in Verbindung auftretenden, Phyllit-ähnlichen Schiefer in Mitten der anderen Schichten deutet auf den genetischen Zusammenhang zwischen Kalkgehalt und Phyllit-ählicher Ausbildung. Man kann natürlich nicht annehmen, dass das Niederschlagsmaterial, aus welchem diese Schichten hervorgegangen sind, ursprünglich schon diese Beschaffenheit besessen habe. Letztere ist vielmehr erst die Folge gewisser Umbildungsprocesse nach der erfolgten Ablagerung, aber nicht etwa erst nach der Verfestigung des Gesteins. Solche Vorgänge sind es, die ich als diagenetische bezeichnet habe. Es ist von Wichtigkeit, in diesem Falle festzustellen, dass solche krystallinische Ausbildungsweisen keine eigentliche metamorphische genannt werden können, welche an dem bereits fertigen Gesteinmaterial etwa durch Druckkräfte und dergleichen bewirkt worden

wären. Häufig beobachtet man an solchen mit Kalk verwachsenen Stücken, welche an den Oberflächen liegen, dass der Kalk ausgewittert ist und die Thonlamellen bienenwabenförmig, wie bei dem sogenannten Kramenzelgestein, vorstehen.

In sehr zahlreichen Zwischenlagen wird dieser Schiefer von schwarzen Kalken begleitet, und diese sind es, welche an vielen Orten so von Versteinerungen strotzen, dass man sie geradezu als Lumachelle bezeichnen kann. Leider gelingt es selten, auch nur einigermaasen vollständige Exemplare von organischenn Ueberreste herauszuschlagen. Weitaus am häufigsten sind Formen von *Gervillia* oder *Mytilus*-ähnlichen Muscheln, welche ich der Schalenverzierung wegen lieber der letzteren Gattung zuzählen möchte. Ausserdem deuten Bruchstücke auf das Vorkommen von *Myacites*, *Avicula* und *Gasteropoden*. Die besten Exemplare fand ich gleich oberhalb Obertauern am Steig zum Wildsee. Häufig stossen wir in den mit zerbrochenen Gesteinschollen erfüllten Kaaren auch auf noch andere, durch die Auswitterung der Jahrtausenden blossgelegten Versteinerungen, namentlich *Crinoideen*-Stacheln in vielerlei Formen, dann *Pentacrinus*, *Rhapdophyllia*-ähnlichen Korallenzweigen. Herr Stur und Vacek führen wohl aus gleichen Lagen *Avicula Gea* d'Orb., *Gervillia Goldfussi* Stromb., *Myacites* cf. *brevis et longus* v. Schaur., *Cardita* aff. *crenata*, *Chemnitzia* spec., *Neritopsis* spec. u. A., wonach diese Schichten einem Gliede an der Basis der nordalpinen oberen Trias zu vergleichen wäre.

Ich war sehr erstaunt, als ich wenige Tage nach dem Besuche der Radstädter Tauern von Mitterberg aus die am Südfusse der übergossenen Alp unter dem weissen Kalk und über dem schwarzen Dolomit eingeschalteten Schiefer, namentlich oberhalb der Mittelfeld-Alpe näher in Augenschein nahm, über die grosse Aehnlichkeit beider Bildungen der Radstädter Tauern und der Salzburger Kalkalpen. Sogar der Einschluss von Schwefelkies wiederholt sich am Mitterberg, wie das

Auftreten von Bänken schwarzen Kalks voll von Versteinerungen.

Diese Schichten werden allgemein in die Stufe der Raibler Schichten versetzt. Meiner Auffassung und Beobachtung nach aber entsprechen sie eher der tieferen Schieferregion, den sogenannten unteren *Cardita-* oder *Partnach-*Schichten. Dieser Stufe glaube ich auch den Pyritschiefer der Radstädter Tauern zuweisen zu sollen.

Sowohl auf der Passhöhe, als unterhalb des Obertauernhauses ist die Schichtenaufeinanderfolge in vielen Aufschlüssen blossgelegt, aber mehrfach durch Verrutschungen und Ueberkippungen im Vergleich zu der ursprünglichen Lage in die umgekehrte verwandelt. Man begegnet hier wiederholt einer Auflagerung von schwarzen Kalken und Dolomiten, häufiger noch von sehr eigenthümlichen, in dünnen Streifen wechselnd hell und dunkel gefärbten Kalken (Bänderkalk) oder Dolomiten, welche durch eine hellgelbe Verwitterungsrinde auffällig gekennzeichnet sind, über dem Pyritschiefer. Es muss zweifelhaft bleiben, ob man es in diesem Falle mit überstürzter Schichtenstellung oder regelmässiger Ueberlagerung zu thun hat.

Stur und Vacek schliessen die Schichtenreihe der Radstädter Tauerngebilde mit dem Pyritschiefer ab. Ich glaube mich in den vielfach verzweigten Kaaren am Wildsee, in welchen auf weiten Strecken der die Unterlage des Pyritschiefers ausmachende Kalk in grossartigen Kaarenfeldern mit wilden, spitzen Zacken entblösst ist, überzeugt zu haben, dass hier eine weitere Reihe von Kalk- und Dolomitbildungeu eine Stellung über dem Pyritschiefer einnimmt.

Dass hier auf die Pyritschiefer noch eine ziemlich mächtige Schichtenreihe von gebänderten und rostig gelben Kalken folgt, ist augenscheinlich. Sie enthalten gleichfalls noch sehr zahlreiche *Crinoideen*-Stiele und Schwefelkieskrystalle. Man könnte sie daher wohl noch mit den Pyrit-

schiefern in eine Abtheilung zusammenfassen. Natürlicher aber scheint es mir, mit denselben eine höhere Stufe beginnen zu lassen, welche man nach dem allgemeinen Aussehen der Gesteine und nach dem mit denselben auftretenden rothen Kalken wohl mit den Hallstätter Schichten vergleichen könnte. Es baut sich dann noch weiter eine mächtige Schichtenfolge von grauen Kalken und Dolomiten mit einer Einlagerung schwarzen Schiefers darüber auf. Ob dieselbe dem Hauptdolomit entspricht, wie es wahrscheinlich ist oder aber eine durch eine Schichtenbiegung bewirkte Wiederholung der tiefsten schwarzen Kalk- und Dolomitbildung darstellt, konnte ich nicht sicher ermitteln, da sich an den steilen Wänden keine Stelle, welche für direkte weitere Untersuchung zugänglich gewesen wäre, auffinden liess.

Eine besondere Beachtung verdienen die in dieser oberen Gesteinreihe auftretenden, an sich weissen, an den Verwitterungsflächen sich orangegelb färbenden Gesteine, welche lebhaft an den Röthikalk der Tödigruppe und an gewisse Lagen im Dunkangebirge des Davoser Gebirgs erinnern. Sie bestehen aus:

kohlensaurer Kalkerde	59,24
„ Bittererde	18,63
kohlensaurem Eisenoxydul	3,30
„ Manganoxydul	0,33
Kieselerde	0,42
Thonerde	Spur.
in verdünnter Salzsäure unzersetztem Thon	18,08
	100,00

Die Schichtenflächen dieser weissen oder gelben Kalke sind häufig mit seideglänzenden, weissen, glimmerähnlichen Schüppchen bedeckt und neben Quarzadern, welche das Gestein durchziehen, bemerkt man auch lauchgrüne chloritische Ausscheidungen.

Im Gegensatze zu diesen Kalkgesteinen des Hauptgebirgs-

stocks der Radstädter Tauern fand ich die in den Vorbergen am Südrande des Ennsthales und über dasselbe nordöstlich fortsetzend im Mandlinger Passe auftretenden Kalke und Dolomite von gleicher petrographischer Beschaffenheit, wie die Gesteine des nördlich vorliegenden Hauptkalkgebirgs der Dachsteingruppe. Am Zaumberge auf dem Sattel zwischen Radstadt und Forstau sind es Dachsteinkalk-artige, unregelmässig aufgehäufte Felsklötze mit Spuren von Versteinerungen wie in den Kalkalpen, und weiterhin ragen endlos zertrümmerte, dolomitische Kalke, wie sie im Hauptdolomit sich finden, in hohen, wildzerbröckelten Felsen über dem phyllitischen Schiefer auf. Dieser Kalkzug macht den Eindruck, als entstamme er einem gewaltigen, vom Hauptkalkstock herabgestürzten Gebirgstheile.

An dieses Kalkriff lehnt sich am Südrande des Ennsthales eine höchst merkwürdige tertiäre Quarzbreccie, welche von kalkig sandigen Schichten und einem dunkelgrauen, Pechkohle umschliessenden Thon begleitet wird, an. Diese Gebilde stehen ganz in der Nähe von Radstadt, im sogenannten Steinbruche bei der Ziegelhütte in der Löbenau mächtig an und setzen westwärts am Thalrande gegen Altenmark fort, um dann weiter im Streichenden in die bekannte Pechkohlen-führende Tertiärablagerung von Steinbach und Wagrein überzugehen.

Diese auf weite Strecken hin bloss aus meist scharfkantigen, weissen, selten röthlichen Quarztrümmern mit quarzig sandigen Bindemittel bestehende, mächtige Breccienbildung, unmittelbar an und auf Kalk oder phyllitischem Thonschiefer aufgesetzt, ist eine aus der jetzigen Oberflächengestaltung nicht zu erklärende Erscheinung, welche noch dadurch bemerkenswerther wird, dass ich in den kalkig kieseligen Begleitschichten in grosser Menge angehäufte, kleine *Nummuliten* aus der Gruppe der *N. Lucasana* entdeckte. An den Verwitterungsflächen giebt sich die *Nummuliten*-Struktur in

ausgezeichneter Weise zu erkennen, dagegen sind die einzelnen Gehäuse so fest mit dem umhüllenden Gestein verwachsen, dass es nicht gelingt, Exemplare mit gut erhaltener Oberfläche herauszuschlagen, um sie sicher auf bestimmte *Nummuliten*-Species beziehen zu können. Neben diesen kleinen *Nummuliten* kommen, wie sich aus angefertigten Dünnschliffen ergiebt, auch einzelne Exemplare grösserer Arten, dann zahlreiche *Orbitoides* (ähnlich *O. papyracea*) und ziemlich häufig grosse *Alveolinen* (ähnlich *A. Bosci*) vor.

Diese Nummulitenschichten dürften der Ablagerung von Oberburg in der Steiermark im Alter gleichzustellen sein.

Wir verlassen nun das engere Gebiet der Radstädter Tauern, um noch einen Blick auf das Zwischenland zwischen dem Gasteiner Gebirge und den nördlich angeschlossenen Kalkstöcken des steinernen Meers und der übergossenen Alp zu werfen, in welchem gleichfalls eine mit den Erzgängen der Tauern merkwürdig ähnliche Mineralvergesellschaftung in der Erzlagerstätte von Mitterberg bekannt ist.

Das Kupfererzvorkommen von Mitterberg.[1])

Wenn man sich von Dienten, bis wohin wir die Reihe der übereinanderlagernden Schieferschichten nordwärts von Gastein bereits verfolgt haben, nach Osten wendet, so gelangt man im Streichenden der berühmten Fundschichten silurischer Versteinerungen an der früheren oberen Nagelschmiede über die Felderer Alp zu dem grossen Tagbau auf Eisenerz am Kollmannsegg, wo sich unter ähnlichen Verhältnissen, wie in Dienten, mehrere mit Schiefer wechselnde Bänke so reich an Eisenspath und Ankerit erwiesen haben, dass man dieselbe unter Aushalten der kalkigen Partien als Erze abbauen und verwenden konnte. Die schiefrigen Zwi-

1) Stapf, Geogn. Notizen über einige alpin. Kupferlagerstätten in Berg- und Hüttenw.-Zeit. 1865, S. 6. 18 u. 29. — Posepny, Archiv f. pract. Geologie 1. Bd., S. 274.

schenlagen sind phyllitisch, z. Th. graphitisch, von mattem Glanz, z. Th. glimmerglänzend. Das Ganze wird von sehr zahlreichen, meist quer zur Schichtung ziehenden Quarzadern durchschwärmt, auf welchen gleichfalls eisenreiche Karbonate reichlich angesiedelt sind. In einen grünlichen Thonschiefer der Zwischenschichten fand ich dürftige Spuren von *Cardiola*-ähnlichen Versteinerungen. Man darf diese Schichten ihrem Gesammtverhalten nach noch dem Dientener Silur anreihen.

Eine kleine Einbuchtung trennt die Eisenerzlagerstätte von einer nördlich angeschlossenen felsigen Kuppe, welche mit steilem Gehänge gegen die grosse Längseinsattelung der Schwarzdientner Alp abfällt. Während es nicht gelingt, die Schichtenreihe vom Kollmannsegg noch weiter ostwärts in ihrem Fortstreichen gegen Mühlbach hin zu verfolgen, stösst man auf dem bezeichneten Nordgehänge im sogenannten Auwalde schon in beträchtlicher Höhe auf rothe und grüne, sandige und thonige, dünngeschichtete Gesteine, welche ganz unzweifelhaft den Werfener Schichten angehören. Sie sind in zahlreichen Gräben, namentlich in Fellerbach, wo auch Einsprengungen von Lazulith gefunden wurden, vortrefflich aufgeschlossen. Zwischen ihnen und der Erzgrube am Kollmannsegg legt sich ein röthlich graues, bald Sandstein-, bald Conglomerat-artiges, mächtige Felswände bildendes Gestein an, welches mit fahlfarbigen und röthlich grauen, thonigen Schiefern vergesellschaftet ist. Es bildet offenbar die Fortsetzung des Zugs, dem wir wieder bei Mitterberg begegnen und dort näher betrachten werden.

Die Werfener Schichten reichen vom nördlichen Gehänge des Auwaldes über die Einbuchtung der Schwarzdientneralp bis hoch unter die fast senkrecht aufsteigenden Kalke der Wetterwand hinauf und streichen ostwärts ohne Unterbrechung über Widersberg und Mitterberg durch das Gainfeld-Thal und den Höllgraben nach Werfen. Auf diesem von Leogang und Saalfelden her fortsetzenden Zuge macht

sich eine eigenthümliche Zusammensetzung der Schichten bemerkbar. Während nämlich im Westen grobtrümmerige Conglomerate und vorherrschend rothgefärbte Sandsteine und Schiefer in den Vordergrund treten und grüne thonige Einlagerungen mehr untergeordnet erscheinen, gewinnen ostwärts die grüngefärbten, kieselig thonigen Gesteine mehr und mehr an Ausdehnung und erlangen von der Dientner Alp über Widersberg und Mitterberg bis gegen den Höllgraben hin fast das Uebergewicht, sodass sie in dieser Gegend den Werfener Schichten ein fremdartiges Gepräge aufdrücken und vielfach nicht als ein Zugehör zu letzteren erkannt wurden. Man hat sogar diese Gesteine, welche bei dem Mitterberger Bergbau kurz als der „Grüne" bezeichnet werden und welchen man bei dem dortigen Bergwerk eine wichtige Rolle zutheilt, als Eruptivgebilde angesehen.

Meine sehr sorgfältigen Untersuchungen in dieser Gegend haben aber ganz unzweideutig ergeben, dass sie nur ein Glied in der Reihe der Werfener Schiefer ausmachen, mit typischen, rothen Werfener Schichten wechsellagern und am Wege von Mitterberg nach der Mitterfeldalpe sich mit Schichten zusammenfinden, welche die kennzeichnenden Versteinerungen der Werfener Schichten enthalten. Weiter ostwärts, z. B. im Höll- und Imlaugraben, gewinnen zwar die rothen Schichtenglieder wieder das Uebergewicht, aber die grünen Schichten nehmen auch hier in Zwischenlagerungen noch einen wesent-Antheil an der Zusammensetzung der Werfener Stufe.

Mit diesem örtlichen Ueberhandnehmen der grünen Schichten verknüpft sich eine andere bemerkenswerthe Erscheinung. Die Conglomerate und groben Sandsteinbänke, welche im Westen so mächtig hervortreten, verlieren sich ostwärts im Herrschaftsgebiete des „Grünen" mehr und mehr und es treten hier feinkörnige, klastische, sandsteinartige, oft flasrige, vorherrschend röthlichgraugefärbte, harte Gesteine auf, welche man in Mitterberg als Grauwacke und die sie beglei-

tenden, mehr thonigen Lagen als „blaue Schiefer“ zu bezeichen pflegt. Mit ihnen zusammenlagernd, in sie übergehend und mit ihnen oft sogar fleck- und streifenweise verbunden finden sich hellfarbige, gelblich weisse, seifenartig schimmernde, thonige Gesteine, welche man früher Talkschiefer, später, als man sie in genetischen Zusammenhang mit dem als Lager angesprochenen Auftreten der Kupferkieserze bringen zu müssen glaubte, Lagerschiefer nannte. Hier und da tauchen auch noch dazwischen grüngefärbte Gesteine auf. Man kann nun darüber in Zweifel sein, ob diese Schichtenreihe, welche sicher das Liegende der typischen Werfener Schichten ausmacht, als Stellvertreter und Faciesbildung der Conglomerate und Hauptsandsteinbänke dieser Stufe, worauf ihre Streichrichtung und das Fehlen von Conglomeraten innerhalb des von ihnen eingenommenen Bezirks hinweisen, oder als eine besondere selbständige Bildung zwischen Silur und den Werfener Schichten aufzufassen sei. Ich neige mich zu der ersteren Ansicht um so mehr, als auch noch weiter ostwärts im Höllgraben und bei Bischofshofen am Wasserfall und im sogenannten Steinbruch auf der Ostseite des Salzachthales petrographisch sehr ähnliche Gesteine mit den Werfener Schichten verbunden vorkommen. Wir wollen sie im Folgenden unter der neutralen Bezeichnung „Mitterbergschichten“ anführen.

Was nun zunächst den sogenannten „Grünen“ anbelangt, so zieht derselbe die Aufmerksamkeit deshalb besonders auf sich, weil ein aus demselben zusammengesetztes Trümmergestein neben einer durchziehenden Spalte den bekannten Kupferkies-Erzzug des Mitterbergs westwärts abschneidet, ohne dass sich bis jetzt die weitere Fortsetzung desselben nach W. hin wieder auffinden liess. Man gab daher an dieser Verwerfung dem Auftreten des Grünen Schuld und vermuthete im Zusammenhalte mit seiner auffallend grünen Färbung und seiner dichten Thonstein-ähnlichen Beschaffenheit in ihm ein Eruptivgebilde.

Wir verdanken v. Groddeck[1]) eine sehr eingehende petrographische Beschreibung des Grünen. Nach dieser Darstellung besteht derselbe über Tag und unter Tag von verschiedenen Punkten genommen wesentlich aus Sericit, Chlorit und Quarz nebst Rutil (in kleinsten Nädelchen) und gehört (nach v. Groddeck) zu den geschichteten, nicht eruptiven Gesteinen, wahrscheinlich zum Silur Mitterbergs. Die durch v. Groddeck mitgetheilten Analysen Dr. Brockmann's geben folgende Zusammensetzung:

	I.	II.	III.	IV.	Im Mittel
Kieselsäure	58,20	58,20	66,80	70,00	63,30
Titansäure	1,00	0,60	0,80	1,45	0,96
Thonerde	22,07	23,30	18,39	15,32	19.77
Eisenoxyd	0,76	0,50	0,72	0,29	0,57
Eisenoxydul	2,85	3,22	2,19	3,00	2,82
Kalkerde	0,50	0,30	0,30	0,50	0,40
Bittererde	6,26	6,48	4,46	4,40	5,40
Kali	2,70	2,45	2,41	0,86	2,11
Natron	0,75	0,25	0,15	0,20	0,34
Phosphorsäure	0,14	0,10	0,10	0,10	0,11
Wasser	4,40	4,70	3,48	3,60	4,04
	99,63	100,10	99,80	99,73	99,81

I. Vom Buchmaisgraben.
II. Von der Riedingalp.
III. Vom Windrauheck.
VI. Vom Unterbaugraben.

Nach meinen Untersuchungen ist zunächst festgestellt, das dies grüne Gestein der Werfener Schichtenreihe angehört. Seiner Zusammensetzung nach besteht es aus Thon mit beigemengten Quarztheilchen und Blättchen weissen Glimmers, gefärbt durch eine grüne chloritische Beimengung. Die Zahlen der chemischen Analysen weichen nicht wesent-

1) Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. in Wien 1883, S. 437 u. ff.

lich von denen eines Thonschiefers ab. Auch die Dünnschliffe geben das Bild eines hellen Schieferthons. Die Quarztheilchen erweisen sich, wenn der Schliff senkrecht zu der Schichtfläche genommen ist, meist in kleinen, gestreckten Körnchen oder Streifchen ausgebildet. Das chloritische Mineral ist in kleinen Blättchen und rundlichen Fleckchen beigemengt. Mit kochender Salzsäure liefert das feine Pulver eine Theillösung reich an Eisenoxydul; der Niederschlag mit Ammoniak ist grünlichweiss und färbt sich beim Stehen ockerbraun. Auch in grösserer Menge ausgeschieden findet sich dieses färbende Mineral in körnig schuppigen Butzen auf Drusen und Klüften. Es verhält sich hier, wie der Chlorit vom Rathhausberg. Doch wird das Pulver selbst bei längerem Kochen nicht ganz entfärbt, was anzudeuten scheint, dass auch grünlicher Glimmer als färbendes Princip auftritt. Die zuweilen auf den Schichtflächen, angehäuften weissen Blättchen verhalten sich wie weisser Glimmer. Besonders deutlich machen sich nach der Behandlung mit Flusssäure im Rückstande kleine, durchschichtige, i. p. L. lebhaft farbenwechselnde Krystallnädelchen in grosser Menge neben spärlichen, kleinsten, den Thonschiefernädelchen gleichen, schwarzen Körperchen bemerkbar. Es ist hervorzuheben, dass grüne Gesteine von gleichem Verhalten nicht bloss mitten in den vorn erwähnten Mitterberger Schichten nahe an der Kuppe des Hochgail anstehend gefunden wurden, sondern auch in der Grube öfters vorkommen. Ich fand solche auf den Josephi-Unterbau-Horizont im Ostfeld Nr. 22 mit Erzen innig verwachsen. Andererseits trifft man innerhalb der Region der Werfener Schiefer auch völlig gebleichte, weisse, dem oben erwähnten Lagerschiefer ähnliche Gesteine, welche den Schichten des „Grünen" angehören. Denn sie gehen in denselben über und machen sich hauptsächlich neben Spalten und Klüften bemerkbar.

Die mehrfach erwähnte grüne Breccie oder trümmer-

artige Ausbildungsweise des Grünen, wie solche namentlich im Johann Barbara-Stollen auf der Verwerfungskluft zum Vorschein kommt, ist nur eine sekundäre Erscheinung, entweder eine Reibungsbreccie oder eine Ausfüllung von Spalten mit Trümmern des benachbarten grünen Gesteins, dessen Mächtigkeit stellenweise eine grossartige ist. So reicht dasselbe z. B. an dem Wirthshaus von Mitterberg, nur von schwachen Lagen rother sandiger und lettischer Schiefer unterbrochen, in einer mindestens 200 m mächtigen Schichtenfolge bis zu den fast senkrecht aufsteigenden Kalkfelsen der Manntlwand. Man kann hier bei 1725 m die Hand auf die Grenze zwischen Werfener Schichten und dem auflagernden, grauschwarzen, plattigen Dolomit und Kalk mit Einschlüsse von schwarzem Mergelschiefer und Hornsteinausscheidungen legen. Die obersten Schichten der Werfener Reihe bestehen hier aus weissen und röthlichen, gelblich verwitterten Steinmergel-ähnlichen, wellig flasrigen Schiefern, welche den an der Tauernstrasse oberhalb Untertauern geschilderten Schichten sehr ähnlich sind.

Die schwarzen, plattigen Kalke besitzen ungefähr eine Mächtigkeit von 25 m und gehen nach oben in eine Region schwarzer, weissadriger, z. Th. hellweisser dolomitischer Kalke, vorherrschend vom normalen Typus der sogenannten Guttensteiner Dolomite über. Einzelne Lagen der letzteren nehmen in Folge der Verwitterung eine gelbliche und röthliche Färbung an und mögen Veranlassung gegeben haben, sie für Hallstätter Kalke zu halten. Alle diese Schichten fallen ziemlich flach nach NNO. ein.

Bei 1900—2000 m Höhe legen sich über dem Guttensteiner dolomitischen Kalke in beträchtlicher Mächtigkeit intensiv schwarze, z. Th. mergelige Schiefer mit zwischen eingebetteten schwarzen Mergelkalken voll von Versteinerungen an, welche man als Raibler Schichten aufzufassen pflegt. Ich kann dieselben, wie schon vorn erwähnt wurde, gemäss ihrer Stellung unmittelbar über den Guttensteiner Schichten

und auch nach ihrer petographischen Beschaffenheit und Zusammensetzung nur für Stellvertreter der Partnach-Schichten halten. Sie lassen sich sehr gut am Halsriedel, bequemer noch an der Mitterfeld-Alpe, wo sie in Folge einer Verwerfung bis auf die Alpfläche (1670 m) herabgesenkt erscheinen, untersuchen. Nirgends fand ich hier jene für die Raibler Stufe so sehr charakteristischen Mergeloolithe deutlich ausgebildet. Die organischen Einschlüsse allerdings sind denen der Raibler Mergel sehr ähnlich. Ich habe schon früher darauf hingewiesen, dass manche dieser Schiefer durch Einschlüsse von Schwefelkieskryställchen ein den Pyritschiefern der Tauern gleiches Aussehen gewinnen.

An dem weiteren Aufbau des Kalkgebirgs[1]) auf der Südseite der übergossenen Alp über dieser schwarzen Schieferzone betheiligen sich zunächst lichtgraue und gelblichweisse dolomitische Gesteine, denen graulichweisse und röthliche Kalke und schliesslich die ganze mächtige Kalkmasse der höchsten Gipfel und Plattertflächen des Kalkhochgebirgs aufgesetzt sind. In den tieferen Lagen kommen hier Versteinerungen z. Th. vom Typus jener der Hallstätter Schichten vor. Sie werden als Hochgebirgskorallenkalke bezeichnet. Fasst man die schwarzen Schiefer als Partnachschichten auf, so würden diese versteinerungsführenden Kalke wenigstens z. Th. die gleiche Stellung wie die Wettersteinkalke einnehmen und mit der Fortsetzung einer ähnlichen Fauna in die noch höheren, etwa dem Hauptdolomit entsprechenden Lagen würde es sich verhalten wie mit der ebenfalls sehr ähnlichen Fauna, welche die Partnach-, Raibler- und rhätischen Schichten verbindet.

---

1) Vergl. v. Mojsisovics, Faunengebiete etc. der Triasperiode in den Ostalpen, Jahrb. der geol. Reichsanst. 1874, S. 81 und 114. — Bittner, Aus dem Salzburger Kalkgebirge in Verhandl. der geol. Reichsanst. 1884, S. 99. — Fugger und Kastner, Aus den Salzburger Kalkalpen in den Mittheil. der Gesellsch. f. Salzburger Landeskunde XXIII, 1883.

Kehren wir zu der Betrachtung der Werfener Schichten zurück, so ist in Bezug auf die örtliche, eigenthümliche Ausbildung einzelner Glieder derselben, wie wir derselben in dem „Grünen" im Gebiet des Mitterbergs begegnen, auch an die Einlagerung oft mächtiger, an Eisenspathen reicher Karbonatbänke zu erinnern, welche jetzt noch im Höllengraben als Eisenerze gewonnen werden und auch an der Salzachbrücke bei Spöck N. von Bischofshofen bekannt sind. Nach langer Unterbrechung tauchen solche Eisenerzlager wieder N. von der Schwarzdientneralpe am Fusse der Taghaube auf dem sogenannten Stegmoosriedel, wo gleichfalls ein jetzt verlassener Bergbau betrieben wurde, auf. Es ist bemerkenswerth, dass hier der Eisenspath und die begleitenden Karbonate mit Kupferkies verwachsen vorkommen, wie auf der Mitterberger Erzlagerstätte.

Gleich unterhalb des Eisensteinbergbaues im Höllgraben ist eine der Fundstellen des seltenen Wagnerits. Derselbe kommt hier auf schmalen, die rothen und grünen Werfener Schiefer durchsetzenden Quarz-Gängen und -Adern in kleinen Krystalldrusen vor. Damit vergesellschaftet finden sich röthlicher Schwerspath, Eisenspath, Chlorit und Lazulith. Den letzteren traf ich auch auf Quarzgängen, welche die Werfener Schiefer an dem grossartigen Gebirgsaufschluss bei der Einmündung des Fritzbachs in die Salzach durchschwärmen, in gleicher Mineralvergesellschaftung an. Aehnlich wie mit den Eisenerzeinlagerungen scheint es sich auch mit dem sporadischen Auftreten von Gyps und Steinsalz zu verhalten. Der erstere wurde z. B. im Grünen des Johann-Barbara-Stollen wie im Höllgraben und an der Maximilianshöhle bei Bischofshofen aufgefunden.

Am Mitterberg schliessen sich zunächst südlich an die rothen, vorherrschend grünen Gesteine der typischen Werfener Schichten die unter der Bezeichnung Lagerschiefer, blaue Schiefer, wilde Schiefer und Grauwacke bekannten Gebilde, welche in vielfachem Wechsel mit einander ein Ganzes ausmachen

und die berühmte Mitterberger Kupferkies-Lagerstätte in sich schliessen. Auch über diese Gesteine verdanken wir v. Groddeck[1]) eine eingehende Untersuchung, welche ergeben hat, dass die wachsgelben Lagerschiefer, wie sie bereits im Vorausgehenden geschildert wurden, wesentlich aus Sericit in fasrig schuppigen Aggregaten und aus Quarz in kleinen klaren Körnchen oder körnigen Aggregaten theils mit, theils ohne Beimengung von Karbonaten (Kalkspath, Braunerit) bestehen. Dazu kommen in geringer Menge Blättchen eines grünen Minerals (nicht Chlorit), Kryställchen von Apatit, Schwefelkies und Thonschiefernädelchen.

Nach der Mittheilung v. Groddeck's bestehen diese hellen Schiefer (I), wenn man den nicht in allen Abänderungen vorkommenden Gehalt an Karbonaten in Abzug bringt, und die sogenannten blauen Schiefer (II) aus:

	I.	II.
Kieselsäure	61,38	59,80
Titansäure	Spur.	0,40
Thonerde	21,05	20,23
Eisenoxyd	1,58	8,74
Eisenoxydul	7,02	0,34
Kalkerde	—	0,42
Bittererde	—	0,83
Kali	5,17	4,11
Natron	0,89	0,16
Kohle	—	0,17
Wasser	2,86	2,89
	99,95	98,19

Dazu ist zu bemerken, dass wahrscheinlich ein Theil des Eisenoxyduls gleichfalls an Kohlensäure gebunden ist und dagegen ein Theil der Bittererde, welche hier als Karbonat

1) v. Groddeck, II. Beil.-Bd. des N. Jahrb. für Mineralogie etc. 1883, S. 118 ff. und Jahrb. der k. preuss. geol. Landesanstalt für 1888 II, S. 45.

in Abzug gebracht ist, als Silikat an der Zusammensetzung theilnimmt. Im Ganzen ist ein wesentlicher Unterschied im Vergleiche zu der Zusammensetzung des grünen Gesteins nicht vorhanden.

Ich halte daher auch diesen Schiefer, den man passend Wachsschiefer nennen könnte, ähnlich wie den „Grünen" einfach für ein Gestein, dessen Hauptmasse nicht aus Sericit, sondern aus Thon besteht, dem Quarzkörnchen und sehr reichlich weisser Glimmer beigemengt sind. Ich konnte sehr leicht einzelne Glimmerblättchen abheben. Die wachsgelbe Farbe wird durch eingeschlossene bräunliche Flecke — wahrscheinlich zersetzte eisenhaltige Karbonate — hervorgerufen. Die durch v. Groddeck erwähnten grünen Blättchen habe ich nach ihrem sehr deutlichen Verhalten in Dünnschliffen eines an grösseren Exemplaren dieses Minerals reichen Gesteins als Ottrelith erkannt. Doch enthalten nicht alle Lagen des Schiefers diese Beimengung, deren Häufigerwerden nach Angabe des Herrn Bergmeisters Pirchl als ein der Erzführung ungünstiges Zeichen angesehen wird. Am Gehänge des Hochgail werden solche quarzreichere Varietäten als Wetzsteine benützt. Die Färbung des Gesteins erachte ich für eine ursprüngliche, d. h. nicht erst etwa bei der Erzbildung sekundär hervorgerufene. Denn man beobachtet häufig solche blassfarbigen Schiefer inmitten der intensiv röthlichgrauen Gesteine in Wechsellagerung und sogar in rings abgegrenzten Flecken und Linsen. Damit darf man aber ähnlich gefärbte Partien nicht verwechseln, welche unzweideutig in Folge von Entfärbung gebleicht erscheinen. Sie zeigen sich namentlich neben durchziehenden Klüften, eine mit denselben fortlaufende schmale Zone bildend, welche allmälig mit der Entfernung von der Kluft in die gewöhnliche Farbe des Gesteins verläuft. Auch butzen- und fleckweise kommen solche Entfärbungen meist als Folge der Zersetzung von Schwefelkies u. s. w. vor. Derartig entfärbte Partien

sind namentlich in Dünnschliffen daran kenntlich, dass sie die Zusammensetzung der sogenannten blauen Schiefer oder der sogenannten Grauwacke besitzen.

Die bereits erwähnten blauen Schiefer sind die vorherrschenden Gesteine der Mitterberger Zone und verlaufen oft in die sogenannte Grauwacke. Sie sind eigentlich röthlichgrau, (nicht blau) gefärbt und gleichen in dieser Beziehung ganz der Hauptmasse der thonigen Gesteine der Werfener Schichten. Dieser Farbenton wird durch reichlich eingestreute röthlichschwarze, pulverige Körnchen oder durch Flocken von kohligen Theilchen, von Rotheisenerz und kleinsten Blättchen von Eisenglanz bewirkt, welche in einer unregelmässig flaserig bröcklichen Thonmasse mit zahlreichen eingestreuten Quarzkörnchen eingebettet sind. Dazu kommen Blättchen von weissem Glimmer, die theils in dünnen Flasern beigemengt sind, theils auf den Schichtflächen gehäuft sich anlegen und diesen daher oft ein schimmerndes Aussehen verleihen.

Spärlicher finden grüne Blättchen von Chlorit sich vor. Auch kleine helle und kleinste dunkele Nädelchen fehlen nicht. Am häufigsten ist das Gestein mässig dünn geschiefert, sich in uneben flaserige oder wellige Stücke zerspaltend, zuweilen aber auch in dicken Bänken entwickelt, welche grosse Felsen und steile Wände bilden, wie am Wasserfall oberhalb des unteren Pochwerks. Durch Häufigerwerden der quarzigen Gemengtheile geht das Gestein in eine sehr dichte, anscheinend gleichförmige Thonstein-artige Felsmasse über, welche, wie Dünnschliffe lehren, aus zahlreichen Schichten besteht und in diesen durch die Anordnung der Beimengungen die sogenannte Uebergussstruktur im Kleinen erkennen lässt, wie sie bei Sandsteinschichten im Grossen vorzukommen pflegt. Den Gegensatz zu diesen harten, in dicken Bäncken abgesonderten Gestein bilden sehr glimmerreiche Abänderungen, welche weich und leicht verwitternd die milden kuppigen Bergformen dieses Gebietes bedingen. Die vorn mitgetheilte Analyse zeigt, dass

ihre Zusammensetzung nicht wesentlich von jener der hellen Lagerschiefer abweicht.

Durch Ueberhandnahme der quarzigen und klastigen Gemengtheile endlich bilden sich mehr oder weniger grobkörnige Sandsteine heraus, wie sie z. B. im Steinbruche am Mitterberg dem Steinbrecher gegenüber anstehen. Die reichliche Beimengung von Thon verleiht ihnen eine gewisse Milde und in vielen Lagen die Eigenschaft, ein feuerfestes Material zu liefern. Sie werden häufig von Quarzgängen durchsetzt, auf welchen rother Schwerspath, Karbonate und Lazulithe angesiedelt sind, wie im typischen Werfener Schiefer. Grobkörnige Bänke fehlen nicht, doch werden die eigentlichen groben Conglomerate hier vermisst.

Was die sogenannten „wilden Schiefer" anbelangt, so versteht man im Bergbau des Mitterbergs darunter kein petrographisch besonderes Gebilde, sondern nur meist wirrgelagerte oder überhaupt solche Schiefer, welche erzleer sind und für der Erzführung ungünstig gehalten werden.

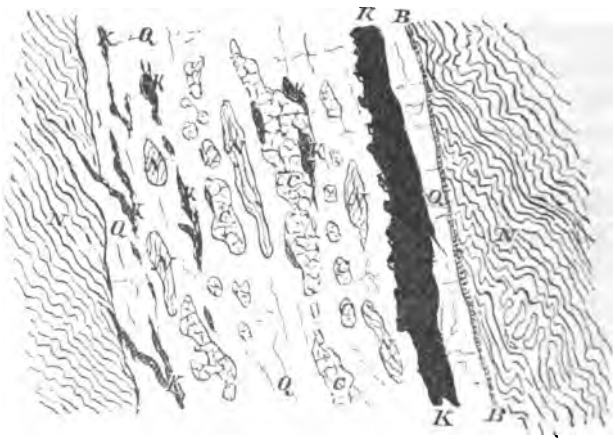
In Bezug auf die Lagerung ist zu bemerken, dass die Werfener Schichten mit dem „Grünen" unmittelbar unter den Kalkwänden der Hochalpen regelmässig nach NNO. einfallen. Gegen die Zone der erzführenden Mitterberger Schichten stösst man jedoch, wie z. B. gleich unterhalb des Wirthshauses, auch auf südlich einfallende grüne Schiefer. Diese südliche Einfallenrichtung unter 35—45° bei überwiegend W.—O. Streichen beherrscht die ganze erzführende Zone; doch trifft man auch häufig genug nach NNO. normal einfallende Schichten, wie z. B. in dem Wassergraben neben dem Josephi-Oberbaustollen, im Anfang des Mariahilfstollens, im Steinbruche an der Trommelwasch, weiter oben in einem Wassergraben am Hochgail und an zahlreichen anderen Stellen. Es steht daher der Annahme nichts im Wege, dass in Folge einer kuppenförmigen Schichtenbiegung die Mitterberger Schichten das Liegende der bestimmt als Werfener

Schiefer erkannten Schichten ausmachen. Ganz besonders auffallend häufig zeigen sich meist glattwandige Klüfte, welche die Schichten durchziehen und oft so nahe an einander liegen, dass sie das Gestein in schichtenähnliche Bänke zerspalten. Dadurch wird es oft schwierig, in gleichmässig zusammengesetzten Lagen wahre Schichtung und diese bankige Absonderung sicher von einander zu unterscheiden und darnach das richtige Einfallen zu bestimmen. Vielfach sind solche Klüfte hauptsächlich von Quarz mit Beimengungen von Carbonaten, Chlorit-artigen Blättchen und Erzfunken ausgefüllt. Diese Klüfte streichen vorherrschend von W. nach O., von S. nach N., dann von SW. nach NO. und von SO. nach NW. unter mancherlei Ablenkungen von diesen Hauptlinien.

Einem solchen Hauptkluftsystem gehörte nun auch die berühmte Kupferkieslagerstätte des Mitterbergs an, welche man früher gewöhnlich als Lager angesprochen hat, weil ihr Streichen nahezu mit jenem der sie umgebenden Schiefer übereinstimmt und auch das Einfallen übereinstimmend nach S. gewendet ist. Die Gangnatur dieser Erzlagerstätte ist jetzt ausser Zweifel gestellt. Das Hauptgangstreichen ist nach St. 7, 2 und das Einfallen zwar nach S., aber unter viel steilerer Neigung als die des umgebenden Nebengesteins, nämlich unter 68—70° gerichtet, sodass die Schichten im Streichen und Fallen von den Gängen schief durchschnitten werden.

Man hat durch den jetzt in Betrieb stehenden Bergbau drei Erzgänge kennen gelernt, den Hauptgang „Josephi", einen Nebengang „Maria" ungefähr 80 m im Liegenden und einen 2. Nebengang ungefähr 100 m im Hangenden „Petrus". Diese Gänge sind durch zahlreiche Stollen aufgeschlossen, unter welchen als die bedeutendsten zuhöchst der Josephi-Oberbaustollen, tiefer der Mariahilfstollen, dann der Josephi-Unterbaustollen und als gegenwärtig tiefster Bau der Johann-Barbarastollen hervorzuheben sind.

Gangdurchschnitt aus dem Johann-Barbarastollen.



Erklärung:

N. Nebengestein und Schollen desselben im Gange.
Q. (Weisse Stellen) Quarz als Hauptgangart.
K. Kupferkies.
C. Carbonate.
B. Gangbesteg.

Der Hauptgang ist in den verschiedenen Horizonten in einer Länge bis nahezu 1500 m weit verfolgt. Er zeigt keine grosse Regelmässigkeit, weder in der Gangausbildung, noch in der Erzführung, verengt und erweitert sich absatzweise, theilt sich in Westfeld in zwei Trümmer und wird endlich gegen W. von einer in NW.—SO. streichenden, unter 50° nach SO. einfallenden Verwerfungskluft, hinter welcher sich verworrengelagertes grünes Gestein (an einer Stelle mit einer Gypslinse) anlegt, gänzlich abgeschnitten. Auch in seinen Hauptpartien ist die Gangausfüllung keine geschlossene und die Erzführung keine regelmässig fortlaufende, vielmehr verzweigt sich die Gangmasse vielfach auf durchziehende Klüfte; das Nebengestein nimmt ganze Schollen desselben in sich auf und bildet ein Netzwerk von Gangtrümmern, welche

auf weite Strecken oft erzarm sind. Selten trifft man auf eine glatte Gangablösung und ein deutliches Besteg. Dagegen nimmt man vielfach Verrutschungen und Harnische wahr. Aber es kommen doch auch viele Stellen vor, an welchen derbe Kupferkieslagen auf grosse Strecken sich fortziehen. Auch sah ich an mehreren Punkten parallele Erzstreifen mit Quarz in der Streichrichtung des Gangs aufsetzen. Eine constante und regelmässige Anordnung der an der Gangausfüllung betheiligten Mineralien lässt sich mit Sicherheit nicht feststellen.

Im östlichen Felde scheint der Hauptgang sich zu verschlagen und es tritt hier dafür gleichsam als Ersatz der Mariagang unter ähnlicher Erzführung, aber nach W. zu von nur kurzer Erstreckung auf. Sein Ausgehendes ist in der Nähe des Neuschurfstollens auf der Ostseite des Hochgailbergs prächtig aufgeschlossen. Der Gang setzt auch hier im wachsgelben Schiefer zwischen rothgrauen, thonigen Sandsteinen, welche von zahlreichen Quarzadern durchschwärmt werden, auf. Der Kupferkies hält sich hier in fortlaufenden Streifen an die mit Quarz überzogenen Saalbänder, zeigt sich aber auch noch in einzelnen Butzen in Mitten des ausserdem hauptsächlich mit Quarz und Ankerit ausgefüllten und viele Schollen des Nebengesteins enthaltenden Gangraums. Bemerkenswerth ist, dass einer der das Nebengestein durchschwärmenden Quarzgängelchen quer durch den Erzgang durchsetzt, sich also von geringerem Alter als der Erzgang selbst erweist.

Der Petrusgang ist ein nur auf 340 m im Westfelde aufgeschlossener Gang, erzarm und meist unbauwürdig.

Als weitaus vorherrschende Ausfüllungsmasse der Gänge tritt gewöhnlicher Quarz milchweisstrübe, krystallinisch grobkörnig, seltener in Drusenräumen auskrystallisirt auf. Gewöhnlich nimmt er die äusserste Zone der Gangmasse an den Saalbändern ein und füllt, verwachsen mit den übrigen auf

den Gängen vorkommenden Erzen und Mineralien, welche in demselben streifen-, ader-, nester- oder butzenweise, wohl auch porphyrartig eingesprengt sich finden, das Innere des Gangraumes aus, in welchem auch zahlreiche linsenförmige Schollen des Nebengesteins eingebettet liegen. Auf beträchtlichen Strecken bildet Kupferkies neben den äusseren Quarzzonen, namentlich am Hangenden hin fortlaufende derbe Erzlagen bis zu 0,25 m Stärke, zeigt sich aber auch in vielen Streifen gegen die Gangmitte im Quarz eingewachsen, oder in Schnüren, welche gleichsam Risse im Quarz ausfüllen. Seltener wechselt Quarz in mehreren parallelen Lagen, welche da, wo der Gang in das Nebengestein vordringt, wohl auch schief zu dem Gangstreichen gestellt sind. Auch mit hellfarbigem, feinkrystallinischem Schwefelkies verwachsen, sehr selten in drusigen Räumen auf Eisenspath aufsitzend und in demselben eingeschlossen kommt der Kupferkies derb und krystallisirt vor. Es ist auffallend, dass derselbe, abgesehen von ohnehin nur spärlich zu bemerkenden Zersetzungsprodukten, wie Malachit (in Altungen) u. s. w., von keinem anderen eigentlichen Kupfererz begleitet wird. Neben Quarz treten als nächst häufige Gangmineralien verschiedene Karbonate, Kalkspath, Braunspath, Magnesit, Ankerit und Eisenspath, letztere beide besonders reichlich auf. Sie halten sich vorherrschend mehr an die Gangmitte, sind auf Drusenräumen auskrystallisirt, stellen sich aber häufig auch gleichsam porphyrartig in die Quarzmasse eingesprengt ein.

Eine sehr häufige Erscheinung auf den Erzgängen ist Eisenglanz, der sich bekanntlich ungemein häufig in dem Werfener Schiefer überhaupt findet. Er überkleidet oft in grossen Blättchen die Eisenspathkrystalle und dringt in dieselbe in Richtungen hinein, welche nicht die der Blätterdurchgänge sind.

Mehr als Seltenheiten sind zu betrachten Arsenkies in schönen grossen Krystallen, Nickelkies, Speisskobalt

und Fahlerz, welche verwachsen mit Kupfer- und Schwefelkies einbrechen.

Nach einer von Herrn Assistenten A. Schwager ausgeführten Analyse besteht dieses Fahlerz aus:

Schwefel	28,21
Kupfer	46,65
Arsen	13,94
Antimon	4,65
Zink	0,71
Eisen	6,56
Nickel und Kobalt	0,11
Quecksilber	Spuren
	100,83

Der relativ hohe Gehalt an Kupfer und Eisen scheint anzudeuten, dass mit dem Fahlerz etwas Kupferkies untrennbar verwachsen ist. Als Zersetzungsprodukte hauptsächlich solcher Fahlerze finden sich, wenn auch meist sehr spärlich, Kobaltblüthe, Nickelocker, Realgar, Zinnober, Hydromagnesit (durch Nickel oft grünlich gefärbt) und Brauneisenerz.

Das Vorkommen von strahligem Tremolit auf Klüften des Hauptgangs dürfte ausser Beziehung zu der Erzführung des letzteren stehen.

Die ganze Vergesellschaftung von Mineralien erinnert auf das lebhafteste an jene der Erzgänge im Centralstock. Doch fehlen auf den Mitterberger Gängen, soviel bekannt ist, Gold und Silber, wenigstens in bemerkenswerther Menge. Diese Aehnlichkeit der Gangausfüllung, welche zunächst Veranlassung gab, auch das Erzvorkommen am Mitterberg hier in Betracht zu ziehen, wiederholt sich ausserdem auch noch in zweifelsohne lagerförmigen und deutlich linsenförmigen Ausscheidungen mitten in den Werfener Schichten. Es sei nur an das Spatheisensteinlager des benachbarten Höll-

grabens erinnert, wo fast dieselben Mineralien aber in anderen Mengenverhältnissen vergesellschaftet sind. Es scheint dieses Verhältniss darauf hinzuweisen, dass die Ablagerung der Werfener Schichten und die Ausfüllung der Gänge der Zeit ihrer Entstehung nach nicht gar sehr weit aus einander liegen. Man hat vielfach das Auftreten der erzführenden Mittel unserer Gänge als durch das Vorhandensein der sogen. Lagerschiefer bedingt angenommen. Das ist aber nicht zutreffend. Häufig allerdings setzen die Gänge in solchem fahlfarbigen Schiefer auf. Ich habe aber in der Grube erzführende Strecken beobachtet, welche ganz in dem sogenannten blauen Schiefer verlaufen und ohne Veränderung der Erzführung in hellfärbige Schiefer übersetzen.

Der am Mitterberg umgehende Bergbau scheidet sich in zwei durch mehr als ein Jahrtausend von einander getrennte Zeitabschnitte. Die erste Periode reicht bis in die prähistorische Zeit hinauf und endet wahrscheinlich kurz nach der Besitzergreifung des Landes durch die Römer. Dadurch gewinnt dieser Bergbau ein erhöhtes Interesse, weil er eines der wenigen alten Werke ist, in welchen man die Herstellung von metallischem Kupfer und die ganze Art der dabei vorgenommenen Arbeiten näher kennen gelernt hat.[1])

Auf der Höhe des Sattels am Mitterberg deutet eine zwei- bis dreifache, nebeneinander fortziehende Reihe von dicht aneinanderliegenden, tiefen Pingen, welche an der Oberfläche über $1^1/_2$ km weit sich erstrecken, die grossartige Ausdehnung des prähistorischen Bergbaues an. Durch die neuen Arbeiten hat man vielfach solche alte ausgehauene Grubenräume aufgeschlossen und gefunden, dass die Alten bis 80 m unter die Oberfläche die Erze in dicht neben einander ge-

1) A. Morlot, Ueber das hohe Alter des Kupferbergbaues am Mitterberg, Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanst. I, 1850, S. 147 und Much, Das vorgeschichtliche Kupferbergwerk auf dem Mitterberg, 1879. Mündliche Mittheil. des Herrn Bergverwalters Joh. Pirchl.

stellten Schächten und in von diesen aus getriebenen Strecken, soweit es möglich war, mittelst Feuersetzen gewonnen haben. Es fanden sich noch von Russ überzogene Erzwände und die Reste der zum Feuersetzen verwendeten angekohlten Holzstücke. Das Hereintreiben des durch die Erhitzung mürbe gewordenen Gesteins scheint erst durch Steinhämmer aus zähem, Serpentin- und Diorit-artigem Gestein, von welchen man mehrere auf den alten Halden auffand, wohl auch durch kupferne Keilhauen, von denen zwei in der Sammlung des Werks in Mühlbach aufbewahrt werden, später namentlich im Westfelde durch bronzene Keile, deren man bis jetzt im Ganzen 11 erbeutet hat, bewerkstelligt worden zu sein. Kienholzspäne dienten als Beleuchtungsmaterial und hölzerne, wannenähnliche Schüsseln zum Verbringen der gewonnenen Erze über Tag. Grössere Holztröge, welche auf der unteren Seite stark abgeschliffen sind, lassen erkennen, dass sie oftmals hin- und hergeschoben worden sind und wohl zum Sichern der zerschlagenen Erze verwendet wurden. Die gewonnenen und zu Tage geförderten Erze wurden weiter auf grossen, etwas ausgehöhlten Steinen (meist Findlingen) mit schweren Klopfsteinen, welche oben mit einer Einkerbung versehen sind, um sie mit beiden Händen fassen zu können oder auch um sie mittelst Schnüren an einem Holzschafte zu befestigen, zerschlagen und sortirt. Sodann unterwarf man die Erze der Röstung. Man stiess auf mehrere soche Röststätten, welche sorgfältig gepflastert waren. Endlich gelangten die gerösteten Erze in den Schmelzofen, der quadrisch 0,6 m Weite besass, auf drei Seiten von aufrechtstehenden Steinen eingefasst und vorn wahrscheinlich mit feuerfestem Thon zum Aufbrechen nach dem Schmelzprocesse zugestellt war. An den aufgefundenen Ueberresten dieser Oefen liess sich die Höhe nicht mehr genau ermitteln. Auf welche Weise man die Schmelzhitze verstärkte, ob, wie wahrscheinlich, mittelst Blasbälgen aus Thierhäuten, ist nicht nachweisbar. Staunenswerth aber

ist die Vollkommenheit des Schmelzprocesses. Herr Bergmeister Pirchl fand in einer Gaarschlacke dieser Oefen nur mehr einen Kupfergehalt von 1—1½ Prozent.

Ausserdem stiess man bei verschiedenen Tagbauten auf Topfscherben aus der bekannten rohen Masse, von Hand geformt und nur mit einfachen Strichzeichnungen verziert, dann auf in gewöhnlicher Weise geformte Bronzenadeln und auf Pfriemen aus Bein. Ein Leichenfeld konnte bis jetzt, trotz fleissigen Suchens, nicht entdeckt werden.

Der Bergbau scheint bis in die Römerzeit fortgedauert zu haben. Denn es fand sich eine freilich nur vereinzelte Römermünze des Kaisers Severus Julianus aus dem Jahre 193 n. Chr. in der Nähe. Von da an erlosch jede Erinnerung an diese so ausgedehnte Fundstätte des damals so hochgeschätzten Metalls. Nicht einmal in der Sage lässt sich in der ganzen Umgegend auch nur eine Spur auffinden, welche auf das Vorhandensein dieses alten Bergwerks hinweisend gedeutet werden könnte, bis erst 1827 zufällig ein Bauer eines benachbarten Gehöftes in der Nähe des Kirchsteinlehens auf der SW. des Hochgailbergs ein Stück derben Kupferkieses fand, dass er begreiflicher Weise für Gold hielt und zum damaligen Oberhutmann Zöttl nach Pillersee brachte, um sich Raths zu erholen. Zöttl griff die Sache mit Feuereifer auf, aber erst nach langen erfolglosen Arbeiten gelang es seinen unverdrossen fortgesetzten Bemühungen 1843 im Mariahilfstollen reiche Erzmittel aufzuschliessen und einen Bergbau zu begründen, der unter der intelligenten Leitung des gegenwärtigen Betriebsleiters Herrn Bergverwalters Joh. Pirchl rasch aufblühte, so dass jetzt jährlich 6000 Metercentner Kupfer aus 12 % Kupfer-haltigem Pochgut auf der Hütte zu Aussenfelden bei Bischofshofen erzeugt werden.

Dem mit bewunderungswürdiger Sorgfalt und Bedacht von den Herren Bergverwalter Joh. Pirchl und Bergmeister Hans Pirchl geführten Bergbau, der geradezu ein Musterbau ge-

nannt zu werden verdient, sind für die fernere Zukunft zwei wichtige Fragen gestellt; nämlich ob und bis zu welcher Tiefe die Erze niedersetzen und dann, wo man den auf der Westseite verworfenen Gangzug jenseits der Verwerfung aufzusuchen habe.

In wohlverstandenem Interesse des Fortbestandes des Bergwerks und dessen zeitgemässe Vervollkommung ist in sehr zweckmässiger Weise von der Johann-Barbara-Sohle aus bereits mit dem Abteufen eines seigeren, nach dem wohlüberlegten Projekt 300 m tiefen Gesenkes begonnen worden. Von der Sohle dieses Gesenkes soll weiter querschlägig gegen das Hangende der Gangzug in beiläufig 180 m Entfernung aufgeschlossen und dann die nöthigen Veranstaltungen getroffen werden, um die Erze wohlfeiler, als jetzt nach dem alten, zur Zeit verlassenen Pochwerk in Mühlbach zu verbringen. Möge dieses Unternehmen mit reichem Bergsegen beglückt werden.

Was das Auffinden des im Westen plötzlich abgeschnittenen Gangzugs anbelangt, so dürfte bei dem steilen, unter 50° nach SW. gerichteten Einfallen der Verwerfungskluft und dem Anlegen des gewöhnlich im Hangenden der Werfener Schichten gelagerten grünen Gesteins neben dieser Spalte gefolgert werden, dass der verworfene Theil in die Tiefe nach S. sich abgesenkt hat, was mit der beabsichtigten Tiefbauanlage auch noch näher zu untersuchen sein wird, da über Tag beträchtlicher Gehängeschutt Schürfarbeiten zum Zwecke des Auffindens der Gangfortsetzung nach Westen zu nicht wohl räthlich erscheinen lassen.

Es sei noch bemerkt, dass erratischer Schutt bis auf beträchtliche Höhe oft in bedeutender Mächtigkeit sich hier verbreitet zeigt und grossartige Felsstücke des benachbarten Kalkgebirgs herabgebrochen und verstürzt weit über die Umgebung von Mitterberg herabreichen. Ein solches Bergtrumm von schwarzem Dolomit und dem schwarzen Schiefer des

Halsriedl ist durch den Strassenbau in der Nähe des unteren Pochwerks blossgelegt worden.

Kommen wir nun zur Beantwortung der Frage, ob am Mitterberg ein Einfluss des so ausgedehnten Erzzugs auf die Temperatur der zupächst benachbarten Quellen sich bemerkbar mache, so geben in dieser Beziehung meine Beobachtungen der Temperatur mehrerer Quellen in der Nähe der Erzgänge genügenden Aufschluss.

Der vielbenützte Kranzbrunnen nahe auf der Sattelhöhe von Mitterberg gegen das Gainfeldthal bei 1510 m besitzt eine Temperatur von 5,3° C, während eine benachbarte aus dem Kalkschutte kommende Quelle mit reichlich aufsteigenden Luftblasen (1515 m) 6,25° C zeigt. Eine Quelle hinter dem Wirthshaus bei 1490 m hat 5,4° C; eine in der Nähe der Trommelwasch bei 1400 m 5,3° C, während das aus dem Mundloch des Neuschurfstollens auf der Ostseite des Hochgail in grosser Menge ausfliessende Wasser, welches am ehesten von einem Einfluss der Erzgänge berührt sein könnte, die verhältnissmässig niedere Temperatur von 4,75° C bei 1850 m Höhenlage besitzt.

Also auch in diesem Erz-reichen Gebirge ist eine wesentliche Erhöhung der Quellentemperatur in der Nähe der Erzlagerstätte nicht nachweisbar, was insbesondere aus einer Vergleichung der Temperaturen dieser Quellen mit jenen des anstossenden Kalkgebirgs von ungefähr gleicher Höhenlage bestätigt wird. Hier zeigt es sich, dass z. B. eine Quelle bei dem Mitterkaser am Jenner bei Berchtesgaden (1525 m) 4,6° C, eine Quelle bei der Seeaualpe am Gotzen (1590 m) 4,7° C, eine Quelle am Viehkogel auf dem steinernen Meer (1592 m) 4,1° C, eine Quelle bei der Kugelalpe am Watzmann (1543 m) 4,9° C, eine Quelle im Eiswinkel am Untersberg (1570 m) 4,7° C, eine Quelle im obersten Grünthal am Untersberg (1565 m) 6,0° C u. s. w., also im Ganzen einen

nahe mit der Temperatur der Mitterberg-Quellen übereinstimmenden Wärmegrad besitzen.

Schlussfolgerungen.

Nachdem sich herausgestellt hat, dass weder bei den Erzgängen am Rathhausberg, noch an jenen in den Radstädter Tauern und bei Mitterberg irgend ein Einfluss auf die Temperatnr der ihnen benachbarten Quellen wahrgenommen wird, so kann wohl von irgend einer Abhängigkeit der Thermen Gasteins von dort aufsetzenden Erzgängen nicht die Rede sein.

Für andere warme Quellen habe ich versucht, den Nachweis zu liefern, dass ihre hohe Temperatur von dem Vorkommen jüngerer Eruptivmassen sich herleiten lasse, welche nicht bis zur Oberfläche durchgebrochen sind, sondern in der Tiefe gleichsam stecken geblieben sind, daher, umhüllt von schlecht wärmeleitenden, mächtigen Gesteinsmassen, einen gewissen Theil ihrer ursprünglichen Wärme noch behalten haben, und jetzt an die bis in ihre Nähe eindringenden Gewässer abgeben. Dahin gehören beispielsweise die Thermen von Karlsbad und Ems.

Ein solches Verhältniss lässt sich nun für die Thermen von Gastein nicht annehmen. Denn es fehlt in diesem Gebietstheil, wie überhaupt in einem grossen Theil der Alpen, jede Spur von jüngeren Eruptivgebilden, welche bis zur Oberfläche durchgedrungen sind. Es ist daher im höchsten Grade unwahrscheinlich, dass solche Ausbruchsmassen in der Tiefe vorhanden sind, welche hier nicht zum Durchbruch bis zu Tage gelangt wären. Unter diesen Umständen bleibt nichts Anderes zur Erklärung der hohen Temperatur der Gasteiner Thermen übrig, als anzunehmen, dass Gewässer auf grossen Klüften bis in die Tiefenregion des Untergrundes eindringen, wo eine hochgradige innere Erdwärme herrscht, dass sie hier ihre hohe Temperatur erhalten und durch den Gegen-

druck der auf den Gesteinsklüften wie in einer Art communicirender Röhren verlaufenden Gewässer höherer Bergtheile wieder bis zu Tage emporgetrieben werden. Dass die Bedingungen, unter welchen sich solche Thermen bilden können und zu Tage treten, so überaus selten gegeben sind, rührt wohl hauptsächlich von dem Umstande her, dass so grossartige und bis zu so beträchtlicher Tiefe niedergehende Klüfte, welche überdies offen geblieben sind oder doch wenigstens dem Wasser einen Durchgang gestatten müssen, sich selten in unseren Gebirgen vorfinden.

Eine grossartige Entfaltung alter, einheitlicher Gebirgsmassen, wie solche in der Taurenkette uns entgegentreten und die gewaltigen Bewegungen, welche hauptsächlich die massiven Theile der Alpen bei ihrer Ausgestaltung erlitten haben, scheinen sich hier vereinigt zu haben, um die der Thermenbildung günstigen Verhältnisse entstehen zu lassen. Warum gerade Gastein ein so bevorzugter Punkt für die Entstehung und das Hervorbrechen von Thermen ist, lässt sich schwieriger klarlegen. Vielleicht wird dies dadurch bedingt, dass das gewaltige Gneissmassiv der Tauren hier an dem äussersten Rande seines Gewölbes von einer grossen Gebirgsspalte, welche durch das von Lend herziehende Thal der Gasteiner Ache angezeigt ist, angeschnitten wird und dass an dieser Stelle zugleich diese Hauptspalte sich mit der Bruchlinie eines Gewölbsattels und mehreren, durch die Seitenthäler angedeuteten, grösseren Klüften kreuzt, wodurch eine Zersprengung der Felsmassen des Untergrundes bis zu den beträchtlichsten Tiefen bewirkt und einem Theile der Oberflächengewässer der Zutritt zu den Regionen hoher Erdwärme ermöglicht wird. Da das Wasser bei seiner Bewegung auf diesen Klüften nur schwer zersetzbare Urgebirgssteine der Gneissgruppe berührt, so erklärt sich daraus auch der verhältnissmässig geringe Gehalt der Thermen an aufgenommenen Mineralstoffen.

Oeffentliche Sitzung

zu Ehren Seiner Majestät des Königs und Seiner Königlichen Hoheit des Prinz-Regenten

am 15. November 1889.

Wahlen.

Von der mathematisch-physikalischen Klasse wurden gewählt und von Seiner Königlichen Hoheit dem Prinz-Regenten bestätiget:

zu ordentlichen Mitgliedern:

1. Das bisherige ausserordentliche Mitglied, Herr Dr. Richard Hertwig, Professor der Zoologie und vergleichenden Anatomie an der Ludwig-Maximilians-Universität dahier;
2. Das bisherige ausserordentliche Mitglied, Herr Dr. Aurel Voss, Professor der Mathematik an der technischen Hochschule dahier;
3. Das bisherige ausserordentliche Mitglied, Herr Dr. Leonhard Sohncke, Professor der Physik an der technischen Hochschule dahier, grossherz. badischer Hofrath;

zum ausserordentlichen Mitglied:

4. Herr Dr. Karl v. Orff, kgl. bayr. Generalmajor und Direktor des topographischen Bureaus des Generalstabs dahier;

zum auswärtigen Mitglied:

5. Herr Stanislao Cannizzaro, Professor der Chemie an der Universität Rom und Senator des Königreichs Italien;

zum korrespondirenden Mitglied:

6. Herr Ernst Abbé, o. Honorarprofessor für Physik, sowie Direktor der Sternwarte und des meteorologischen Observatoriums an der Universität Jena.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 7. Dezember 1889.

1. Herr Adolf Steinheil hält einen Vortrag: „Ueber den Einfluss der Objectivconstruction auf die Lichtvertheilung in seitlich von der optischen Axe gelegenen Bildpunkten von Sternen bei zweilinsigen Systemen."

2. Herr C. v. Voit theilt die Hauptresultate einer in seinem Laboratorium von Herrn Dr. Heinrich Brubacher ausgeführten Untersuchung: „Ueber den Kalkgehalt der Knochen und Organe rhachitischer Kinder" mit.

Ueber den Einfluss der Objectivconstruction

auf die Lichtvertheilung in seitlich von der optischen Axe gelegenen Bildpunkten von Sternen bei zweilinsigen Systemen.

Von Dr. Adolf Steinheil.

(Mit Tafel III—IX.)

(*Eingelaufen 10. December.*)

Nach der Gauss'schen Theorie existiren bekanntlich für jedes Objectiv, (wenn das Medium vor und nach demselben das nämliche ist, z. B. Luft) vier Cardinalpunkte, die beiden Hauptpunkte und die beiden Brennpunkte.

Gefunden werden dieselben, indem man zwei von unendlich entfernten in der optischen Axe, vor und hinter dem Objective gelegenen Objectpunkten ausgehende Strahlen durch das Objectiv rechnet. Diese Strahlen werden so gewählt dass sie parallel zur optischen Axe und ganz nahe derselben das Objectiv treffen (Axenstrahlen).

Die Durchschnitte dieser Strahlen mit der optischen Axe hinter, beziehungsweise vor dem Objective, bilden den zweiten beziehungsweise ersten Brennpunkt.

Diese Brennpunkte bilden die Enden der Brennweiten, deren Anfangspunkte die Hauptpunkte sind, welche sich finden, wenn man die zusammengehörigen ein- und austretenden Strahlen vor- und rückwärts verlängert, bis sie sich schneiden und von diesen Schnittpunkten Perpendickel auf die Axe fällt.

Die Entfernung des ersten Brennpunktes vom ersten Hauptpunkte ist gleich der Entfernung des zweiten Haupt-

punktes vom zweiten Brennpunkte und gleich der wahren Brennweite.

Diese letztere und damit der Hauptpunkt kann auch rechnerisch bestimmt werden, indem man sie aus der Formel $F = \frac{H}{\lambda}$ ableitet, wobei F eben diese wahre Brennweite, H der Abstand über der Axe, in welcher der einfallende Strahl die erste Fläche trifft und λ der Winkel ist, welchen der Strahl, nachdem er das System durchlaufen hat, mit der optischen Axe bildet.

Auch für die Bildpunkte seitlich der Axe sind die Hauptpunkte von grosser Bedeutung; in dem nämlich ein in der Mitte eines schräg zur Axe einfallenden Büschels liegender Strahl, ein sogenannter Hauptstrahl, nach dem Durchgange durch das System unter dem gleichen Winkel gegen die optische Axe, unter welchem er einfiel, auch wieder austritt; und zwar so, dass er aus dem zweiten Hauptpunkte zu kommen scheint, während er vor dem Eintritt in das System auf den ersten Hauptpunkt zielt.

Hierdurch ergibt sich ein einfaches Mittel, für einen seitlich von der Axe gelegenen Objectpunkt den Abstand des Bildpunktes von der Axe in der Bildebene zu bestimmen; wenn man unter Bildebene eine im zweiten Brennpunkte senkrecht zur optischen Axe errichtete Ebene versteht.

Es wird nämlich diese Entfernung $H = F \cdot \operatorname{tg} \tau$, wobei τ der Winkel des Hauptstrahls mit der optischen Axe ist.

Ist nun ein zweilinsiges System von grösserer Oeffnung zu berechnen, so ist die erste Bedingung, die eingeführt werden muss, die Einhaltung der vorgeschriebenen wahren Brennweite.

Die zweite, die Hebung des Farbenfehlers, d. h. die Vereinigung eines Strahles von mittlerer Brechbarkeit mit einem zweiten von anderer Brechbarkeit in einem Punkte, dem zweiten Brennpunkte.

Als dritte Bedingung ist einzuführen, dass ein Strahl von mittlerer Brechbarkeit, der nahe am Rande des Objectives einfällt, die Axe ebenfalls im Brennpunkte schneidet. Die Erfüllung dieser Bedingung heisst die Hebung des Kugelgestaltfehlers.

Sind diese drei Bedingungen erfüllt und drei Strahlen in einem Punkte, dem zweiten Brennpunkte vereinigt, so ist Deutlichkeit für den Bildpunkt in der Axe erzielt, und es ist noch zu untersuchen, wie es sich mit den seitlich von der Axe gelegenen Bildpunkten verhält.

Für einen Strahl von anderer als mittlerer Brechbarkeit folgt direct aus der Gauss'schen Theorie, dass er nicht nur denselben Brennpunkt, sondern auch denselben Hauptpunkt mit dem von mittlerer Brechbarkeit haben muss; denn wenn für ein Objectiv die Brennpunkte für zwei Farben zusammenfallen, die Hauptpunkte aber nicht, so werden die wahren Brennweiten für die beiden Farben ungleich und der Bildpunkt jener Farbe, welche der längeren Brennweite entspricht, muss weiter von der Axe abliegen, als derjenige der Farbe einem von der kleineren Brennweite. Es entstünden somit von seitlich der Axe gelegenen Objectpunkten zwei Bildpunkte. Es werden für die aufeinanderfolgenden Farben eine Reihe von farbigen Bildpunkten entstehen, so dass der höchste und der tiefste Bildpunkt von den Farben der Grenzen des Spectrums sind; während den zwischenliegenden Farben zwischenliegende Bildpunkte entsprechen, so dass ein seitlich gelegener Objectpunkt als Linie abgebildet wird, deren beide Enden jenen Farben angehören, welche das Spectrum begrenzen.

Die vierte Bedingung, welche eingeführt werden muss, ist somit die Forderung, dass für zwei Farben auch die Hauptpunkte zusammenfallen. (Zwei verschiedenfarbige Bilder gleich gross.)

Nicht so direct wie die bisher behandelten vier Bedingungen geht aus der Gauss'schen Theorie die fünfte Beding-

ung hervor, welche angiebt, wie der Anfangspunkt der Brennweite für Strahlen liegen soll, welche das Objectiv in grösserer Entfernung von der Axe, z. B. am Rande des Objectives treffen.

Aus der oben entwickelten Art und Weise, den Ort eines seitlich von der Axe gelegenen Bildpunktes zu finden, kann geschlossen werden, dass es nur dann möglich wird, nur einen Bildpunkt für Strahlen von mittlerer Brechbarkeit zu erhalten, wenn die verschiedenen Theile des Objectives (Mitte und Rand desselben) gleiche wahre Brennweite besitzen; wenn also die Anfangspunkte der Brennweiten auf einer Sphaere liegen, die mit der wahren Brennweite als Radius aus dem Brennpunkte beschrieben wird.

Unsere fünfte Forderung ist somit: Gleiche wahre Brennweite für Mitte und Rand des Objectives bei Strahlen von mittlerer Brechbarkeit.[1]) Nur bei Einhaltung dieser Bedingung werden sich die Randstrahlen symmetrisch um die Hauptstrahlen lagern und dadurch ein correct gezeichnetes Bild erzeugen.

Die Richtigkeit dieser Behauptung soll in Folgendem an der Hand strenger Rechnung nachgewiesen werden.

Da obige Theorie in Bezug auf verschiedene Farben (Bedingungen 2 und 4) schon hinlänglich erwiesen ist, soll nachstehende Untersuchung nur für Strahlen von mittlerer Brechbarkeit aber für 2 Bildpunkte, einer in der Axe, der andere seitlich derselben gelegen, durchgeführt werden.

In allen Fällen, bei welchen es sich um genaue Messungen, sei es von Distanzen nahestehender Fixsterne (wie z. B. bei Ausmessung photographisch aufgenommener Sternkarten), sei es von den verschiedenen Durchmessern der Planeten, handelt, ist es wichtig, die Vertheilung des Lichtes im Bildpunkte des Sternes zu kennen, weil es nur dann möglich ist zu beurtheilen, ob die Einstellung mit Sicherheit

1) Diese Bedingung fällt im Effekte zusammen mit der sogenannten Sinusbedingung.

erfolgen kann oder nicht und beziehungsweise wie gross die Unsicherheiten sind und wie sie vermindert werden können.

Als Object für diese Untersuchung ward das Königsberger Heliometerobjectiv gewählt, dessen Elemente von Fraunhofer selbst seiner Zeit publicirt wurden. Dieselben sind:

Brechungsindices	n_D =	1.529130	für Crown
	n'_D =	1.639121	für Flint
Halbe wirksame Oeffnung	H =	35.1'''	
Halbmesser der 1. Fläche	R_0 =	838.164	OZ [1])
Crowndicke	D_1 =	6.0	
Halbmesser der 2. Fläche	R_2 =	333.768	UZ
Abstand der Linsen . .	D_3 =	0.0	
Halbmesser der 3. Fläche	R_4 =	340.536	UZ
Flintdicke	D_5 =	4.0	
Halbmesser der 4. Fläche	R_6 =	1172.508	UZ.

Figur I stellt die Oeffnung des Objectives in halber natürlicher Grösse dar. In derselben ist bei 1 die optische Axe, 2 ist ein Punkt am Rande, 10 ein solcher in $^2/_3$ von der Axe gegen den Rand und 18 in $^1/_3$ Höhe von der Axe gegen den Rand.

Vom parallel zur Axe einfallenden Büschel wurden 4 Strahlen gerechnet; von welchen der eine ganz nahe der Axe, bei 1 (Axenstrahl), die anderen bei 2, 10 und 18 einfallen, also Rand-; $^2/_3$ Rand- und $^1/_3$ Rand-Strahlen darstellen.

Es ergeben sich folgende Vereinigungsweiten und wahre Brennweiten; vom Scheitel der letzten Fläche an gezählt.

	Vereinigungsweiten.	Wahre Brennweiten.
Für Rand	= 1127.6587'''	1131.6557
„ $^2/_3$ Rand	= 1127.6872	1131.5436
„ $^1/_3$ Rand	= 1127.7058	1131.4771
„ Axe	= 1127.7121	1131.4552.

1) OZ und UZ: Oberes Zeichen und unteres Zeichen bedeutet die Stellung der Flächen; OZ deutet an, dass die convexe Seite der Fläche dem auffallenden Lichte zugekehrt ist; wo UZ steht, die concave.

Es ist somit ein Kugelgestaltfehler $\overset{'''}{0}.0534$ nicht compensirt vorhanden, sowie ein Unterschied in der Länge der wahren Brennweiten zwischen Axe und Rand von 0.2005; (Rand zu lang). Es ergibt sich nun als deutlichste Einstellebene:

$$1127\overset{'''}{.}6701$$

und der Durchmesser des Scheibchens wird:

$$\overset{'''}{0}.00071.$$

Als seitlich von der optischen Axe gelegener Objectpunkt wurde ein solcher gewählt, der 48′ von derselben entfernt ist und unter ihr liegt. Aus dem von demselben kommenden parallelen Büschel wurden 25 Strahlen durch das Objectiv gerechnet, die in den Punkten 1 bis 25 Fig. I das Objectiv treffen.

Es sind dies der Hauptstrahl, der bei 1 eintritt, und drei Kränze von Strahlen zu je 8 in gleichen Entfernungen von 45°; der eine Kranz am Rande des Objectives, die beiden anderen in $^2/_3$ und $^1/_3$ von der Mitte gegen den Rand.

Diese Strahlen sind theils solche, welche in der Axenebene liegen (bei welchen alle Brechungen in derselben Ebene erfolgen), theils solche, welche ausser der Axenebene liegen (bei welchen also die Ebenen, in welchen die Brechungen stattfinden, von Fläche zu Fläche wechseln).

Strahlen ausser der Axe in der Axenebene sind diejenigen, welche in einer Ebene liegen, die den Hauptstrahl und die optische Axe enthält; sie treffen die Linse auf dem Durchschnitt dieser Ebene mit der ersten Fläche, also in den Punkten 2, 10, 18, 1, 22, 14 und 6. Alle übrigen sind Strahlen ausser der Axe und ausser der Axenebene.[1])

1) Die Strahlen ausser der Axenebene, welche die weit überwiegende Menge der Strahlen ausser der Axe bilden, wurden berechnet nach den von Prof. Dr. Ludw. v. Seidel entwickelten Formeln: Trigonometrische Formeln für den allgemeinsten Fall der Brechung des Lichtes an centrirten sphaerischen Flächen. Berichte der Akademie 1866, Seite 263 ff.

Von diesen Strahlen ausser der Axenebene sind je zwei symmetrisch, so dass nur einer derselben gerechnet werden muss, während die Lage des zweiten sich durch Analogie von selbst ergibt. Im Kranze am Rande sind symmetrisch

	9	mit	3	
	8	„	4	
	7	„	5	im Kranze in $^2/_3$
entsprechend	17	„	11	
	16	„	12	
und	15	„	13	im Kranze in $^1/_3$
ebenso	25	„	19	
	24	„	20	
und	23	„	21.	

Bei den Berechnungen wurden zuerst die Strahlen ausser der Axe in der Axenebene, dann jene ausser der Axe und ausser der Axenebene genommen.

Im deutlichsten Bildpunkt in der Axe ward eine senkrechte Ebene (Einstellebene 1127.6701) errichtet und der Durchschnitt der Strahlen des schrägen Büschels mit derselben ermittelt.

Die Strahlen ausser der Axe in der Axenebene ergaben die Durchschnittshöhen über der optischen Axe:

O R (2)	15.796215
O $^2/_3$ R (10)	15.795284
O $^1/_3$ R (18)	15.795873
Hpt. Str. (1)	15.798516
U $^1/_3$ R (22)	15.803491
U $^2/_3$ R (14)	15.811295
U R (6)	15.822124.

Die Durchschnitte der Strahlen ausser der Axenebene mit der Einstellebene sind durch zwei Zahlen gegeben, von denen die erstere den Höhenunterschied gegen den Hauptstrahl (positiv wenn über demselben), die zweite die Ent-

fernung gegen die Richtung nach oben (Verbindungslinie der Strahlen ausser der Axenebene) mit Bezeichnung ob rechts oder links angibt; schneiden die zusammengehörigen (symmetrischen) Strahlen die Einstellebene auf derselben Seite, die sie in Figur I einnehmen, so haben sie sich noch nicht gekreuzt; während sie schon vor der Einstellebene gekreuzt haben, wenn sie die Seiten gewechselt haben. Die dem Randkranz angehörigen Strahlen liegen wie folgt:

Strahl	3	— 0.00204	links	0.00080
„	9	— 0.00204	rechts	0.00080
„	4	+ 0.00357	links	0.00627
„	8	+ 0.00357	rechts	0.00627
„	5	+ 0.01605	links	0.00758
„	7	+ 0.01605	rechts	0.00758.

Die dem Kranze in $^2/_3$ der Höhe angehörigen liegen:

Strahl	11	— 0.00251	links	0.00092
„	17	— 0.00251	rechts	0.00092
„	12	+ 0.00160	links	0.00353
„	16	+ 0.00160	rechts	0.00353
„	13	+ 0.00879	links	0.00410
„	15	+ 0.00879	rechts	0.00410.

Die dem Kranze in $^1/_3$ der Höhe angehörigen liegen:

Strahl	19	— 0.00191	links	0.00070
„	25	— 0.00191	rechts	0.00070
„	20	+ 0.00041	links	0.00162
„	24	+ 0.00041	rechts	0.00162
„	21	+ 0.00351	links	0.00151
„	23	+ 0.00351	rechts	0.00151.

In Figur II und III sind mit 2000 maliger Vergrösserung, in ersterem das Bild in der Axe, in letzterem das Bild seitlich von der Axe dargestellt.

Betrachten wir Figur III, welche das 2000 mal vergrösserte Bild, des um 48′ von der Axe abliegenden Sternes in der Einstellebene darstellt, so finden wir, dass die Figur gegen die Richtung zur Axe (in Figur I die Linie 2 . . 1 . . 6) symmetrisch; während sie gegen die hierauf senkrechte Richtung (in Figur I 8 . . . 1 . . . 4) ganz unsymmetrisch ist. In Folge dessen liegt der Hauptstrahl nicht in der Mitte der Figur, sondern viel tiefer, so dass die Vertheilung der Helligkeit eine sehr ungleiche ist, denn die Linie 8, 16, 24, 1, 20, 12, 4 in Figur I, welche die Menge des auffallenden Lichtes halbirt, theilt nothwendig, wenn auch als krumme Linie das Licht im Sternbilde in zwei Theile von gleicher Helligkeit, aber sehr ungleicher Ausdehnung, so dass der über dieser Linie liegende Theil des Bildes viel weniger hell erscheint, als der unter derselben, so dass es schwierig sein dürfte, bei Messungen die Stelle der richtigen Einstellung zu treffen, die bei 1 liegt.

Nähert man die Einstellebene dem Objective, so wird das Bild des Sternes in der Axe grösser, das des Sternes seitlich der Axe kleiner; es kann desshalb in dieser Weise ein Ausgleich für die Deutlichkeit in den verschiedenen Theilen des Gesichtsfeldes stattfinden.

Figur IV und V geben für die Einstellebene 1127.4951 (um 0.175 hineingestellt) die Bilder der in und seitlich der Axe gelegenen Sterne, in gleicher Weise eingetragen wie im vorhergehenden Falle. Ebenso geben die Figuren VI und VII für eine dritte Einstellebene 1127.3201 (also nochmals um 0.175 hineingestellt) die gleichen Darstellungen.

Die Rechnungsresultate, welche diesen Figuren zu Grunde liegen, sind folgende:

Für Figur IV. Durchmesser des Bildes in der Axe

für Randstrahl	0.01015
„ $^2/_3$ Randstrahl	0.00795
„ $^1/_3$ Randstrahl	0.00436.

Für Figur V. Strahlen ausser der Axe in der Axenebene

OR	2	15.799207
O $^2/_3$ R	10	15.796462
O $^1/_3$ R	18	15.795247
Hpt. Str.	1	15.796080
U $^1/_3$ R	22	15.799240
U $^2/_3$ R	14	15.805233
UR	6	15.814250.

Strahlen ausser der Axenebene:

Kranz am Rande

Strahl	3	+ 0.00181	rechts	0.00305
„	9	+ 0.00181	links	0.00305
„	4	+ 0.00356	links	0.00083
„	8	+ 0.00356	rechts	0.00083
„	5	+ 0.01218	links	0.00393
„	7	+ 0.01218	rechts	0.00393.

Kranz in $^2/_3$ der Höhe

Strahl	11	+ 0.00005	rechts	0.00165
„	17	+ 0.00005	links	0.00165
„	12	+ 0.00159	rechts	0.00010
„	16	+ 0.00159	links	0.00010
„	13	+ 0.00622	links	0.00146
„	15	+ 0.00622	rechts	0.00146.

Kranz in $^1/_3$ der Höhe

Strahl	19	— 0.00063	rechts	0.00057
„	25	— 0.00063	links	0.00057
„	20	+ 0.00040	rechts	0.00020
„	24	+ 0.00040	links	0.00020
„	21	+ 0.00222	links	0.00022
„	23	+ 0.00222	rechts	0.00022.

Für Figur VI. Durchmesser des Bildes in der Axe

für Rand 0,02101
„ $^2/_3$ Rand 0.01518
„ $^1/_3$ Rand 0.00798.

Für Figur VII. Strahlen ausser der Axe in der Axenebene

O R	2	15.802197
O $^2/_3$ R	10	15.797647
O $^1/_3$ R	18	15.794618
Hpt. Str.	1	15.793640
U $^1/_3$ R	22	15.794993
U $^2/_3$ R	14	15.799175
U R	6	15.806378.

Strahlen ausser der Axenebene:

Kranz am Rande

Strahl	3	+ 0.00564	rechts	0.00687
„	9	+ 0.00564	links	0.00687
„	4	+ 0.00357	rechts	0.00459
„	8	+ 0.00357	links	0.00459
„	5	+ 0.00836	links	0.00009
„	7	+ 0.00836	rechts	0.00009.

Kranz in $^2/_3$ der Höhe

Strahl	11	+ 0.00262	rechts	0.00420
„	17	+ 0.00262	links	0.00420
„	12	+ 0.00159	rechts	0.00372
„	16	+ 0.00159	links	0.00372
„	13	+ 0.00368	rechts	0.00109
„	15	+ 0.00368	links	0.00109.

Kranz in $^1/_3$ der Höhe

Strahl	19	+ 0.00066	rechts	0.00185
„	25	+ 0.00066	links	0.00185
„	20	+ 0.00042	rechts	0.00200

Kranz in $^1/_3$ der Höhe

Strahl	24	+ 0.00042	links	0.00200
„	21	+ 0.00095	rechts	0.00105
„	23	+ 0.00095	links	0.00105.

Aus vorstehenden Resultaten und den mit denselben construirten Figuren ergibt sich, dass bei der Einstellebene 1127.4951 der Durchmesser des Axenbildes ungefähr gleich wird dem Mittel aus den beiden Durchmessern des Randbildes. Während bei der Einstellebene 1127.3201 das Bild ausser der Axe seinen kleinsten Durchmesser erhält und schon bedeutend kleiner ist, als das Bild in der Axe. Jedoch wird die Unsymmetrie der Figur immer grösser, je näher man dem kleinsten Bilde ausser der Axe rückt; indem der Hauptstrahl sich relativ immer weiter von der Mitte der Figur entfernt und im letzten Falle sogar den tiefsten Punkt der ganzen Figur bildet. Welche Einstellebene in den speciellen Fällen gewählt wird, hängt davon ab, ein wie grosses Gesichtsfeld benutzt werden soll.

Bei diesem Königsberger Heliometerobjectiv sind in Bezug auf Strahlen mittlerer Brechbarkeit 2 Fehler vorhanden; ein kleiner Kugelgestaltfehler um 0.05 nicht compensirt und ein Fehler in der wahren Brennweite zwischen Mitte und Rand; letzterer zu lang um $0''.20$.

Um den Einfluss dieser beiden Elemente kennen zu lernen; sollen diese Fehler einzeln gehoben werden; zuerst nur der Kugelgestaltfehler, indem die Crownglaslinse ungeändert bleibt und die Brechungen an der Flintglaslinse etwas ungleicher zwischen den beiden Flächen vertheilt werden.

Es ergeben sich folgende Elemente:

Nämlich $R_0 = 838.164$ OZ
$D_1 = 6$
$R_2 = 333.768$ UZ
$D_3 = 0$

$$R_4 = 340.23594 \text{ UZ}$$
$$D_5 = 4$$
$$R_6 = 1168.962 \text{ UZ},$$

dann werden

Vereinigungsweiten.	Wahre Brennweiten.
$R = 1127.7168$	1131.7052
$^2/_3\,R = 1127.7142$	1131.5645
$^1/_3\,R = 1127.7153$	1131.5097
$A = 1127.7163$	1131.4549.

Es ist somit der Kugelgestaltfehler gehoben; während die wahre Brennweite am Rande 0.2503 zu lang ist.

Es ergibt sich als deutlichste Einstellebene:

1127.7158,

und der Durchmesser des Scheibchens wird:

für den $R = 0.00006$
„ „ $^2/_3\,R = 0.00007$
„ „ $^1/_3\,R = 0.00001$
} Fehler, die in der Unsicherheit der Rechnung liegen.

so dass Figur VIII trotz der 2000 fachen Vergrösserung noch als Punkt erscheint.

Für das seitlich der Axe gelegene Sternbild dieses Objectives (siehe Figur IX) ergeben sich die Werthe:

Bei der Einstellebene

1127.7158,

Strahlen ausser der Axe in der Axenebene

OR	2	= 15.796862
$O\,^2/_3\,R$	10	= 15.795371
$O\,^1/_3\,R$	18	= 15.796065
Hpt. Str.	1	= 15.799091
$U\,^1/_3\,R$	22	= 15.804440
$U\,^2/_3\,R$	14	= 15.812127
UR	6	= 15.822230

Strahlen ausser der Axenebene:

Kranz am Rande des Objectives

Strahl	3	— 0.00193	links	0.00065
„	9	— 0.00193	rechts	0.00065
„	4	+ 0.00350	links	0.00591
„	8	+ 0.00350	rechts	0.00591
„	5	+ 0.01586	links	0.00758
„	7	+ 0.01586	rechts	0.00758.

Für den Kranz in $^2/_3$ der Höhe

Strahl	11	— 0.00282	links	0.00118
„	17	— 0.00282	rechts	0.00118
„	12	+ 0.00156	links	0.00389
„	16	+ 0.00156	rechts	0.00389
„	13	+ 0.00910	links	0.00422
„	15	+ 0.00910	rechts	0.00422.

Für den Kranz in $^1/_3$ der Höhe

Strahl	19	— 0.00218	links	0.00097
„	25	— 0.00218	rechts	0.00097
„	20	+ 0.00040	links	0.00199
„	24	+ 0.00040	rechts	0.00199
„	21	+ 0.00373	links	0.00175
„	23	+ 0.00373	rechts	0.00175.

Auch hier wurden wieder zwei weitere Einstellebenen gewählt und zwar 1127.5408 (0.175 hinein)
und 1127.3658 (nochmals 0.175 hinein).

Resultate für die Einstellebene 1127.5408 sind:

Für das Bild in der Axe. Durchmesser

Rand	0.01092	Figur X.
$^2/_3$ Rand	0.00717	
$^1/_3$ Rand	0.00361	

Für das Bild seitlich der Axe (Figur XI). Strahlen ausser der Axe in der Axenebene

O R	2	15.799855
O $^2/_3$ R	10	15.796556
O $^1/_3$ R	18	15.795436
Hpt. Str.	1	15.796655
U $^1/_3$ R	22	15.800189
U $^2/_3$ R	14	15.806069
U R	6	15.814356.

Strahlen ausser der Axenebene:

Kranz am Rande

Strahl	3	+ 0.00191	rechts	0.00320
„	9	+ 0.00191	links	0.00320
„	4	+ 0.00349	links	0.00045
„	8	+ 0.00349	rechts	0.00045
„	5	+ 0.01200	links	0.00374
„	7	+ 0.01200	rechts	0.00374.

Kranz in $^2/_3$ der Höhe

Strahl	11	— 0.00027	rechts	0.00139
„	17	— 0.00027	links	0.00139
„	12	+ 0.00155	links	0.00026
„	16	+ 0.00155	rechts	0.00026
„	13	+ 0.00644	links	0.00171
„	15	+ 0.00644	rechts	0.00171.

Kranz in $^1/_3$ der Höhe

Strahl	19	— 0.00091	rechts	0.00031
„	25	— 0.00091	links	0.00031
„	20	+ 0.00040	links	0.00017
„	24	+ 0.00040	rechts	0.00017
„	21	+ 0.00244	links	0.00047
„	23	+ 0.00244	rechts	0.00047.

Für die dritte Einstellebene 1127.3658 ergeben sich:

Für Figur XII. Durchmesser des Bildes in der Axe

für	R	0.02178
„	$^2/_3$ R	0.01441
„	$^1/_3$ R	0.00723.

Für Figur XIII. Strahlen ausser der Axe in der Axenebene

O R	2 =	15.802847
O $^2/_3$ R	10 =	15.797735
O $^1/_3$ R	18 =	15.794807
Hpt. Str.	1 =	15.794215
U $^1/_3$ R	22 =	15.795942
U $^2/_3$ R	14 =	15.800007
U R	6 =	15.806484.

Strahlen ausser der Axenebene:

Kranz am Rande

Strahl	3	+ 0.00575	rechts	0.00703
„	9	+ 0.00575	links	0.00703
„	4	+ 0.00351	rechts	0.00496
„	8	+ 0.00351	links	0.00496
„	5	+ 0.00817	rechts	0.00010
„	7	+ 0.00817	links	0.00010.

Kranz in $^2/_3$ der Höhe

Strahl	11	+ 0.00230	rechts	0.00394
„	17	+ 0.00230	links	0.00394
„	12	+ 0.00156	rechts	0.00335
„	16	+ 0.00156	links	0.00335
„	13	+ 0.00390	rechts	0.00084
„	15	+ 0.00390	links	0.00084.

Kranz in $^1/_3$ der Höhe

Strahl	19	+ 0.00042	rechts	0.00159
„	25	+ 0.00042	links	0.00159

Kranz in $^1/_3$ der Höhe

Strahl	20	+ 0.00041	rechts	0.00163
„	24	+ 0.00041	links	0.00163
„	21	+ 0.00117	rechts	0.00081
„	23	+ 0.00117	links	0.00081.

Aus den vorstehenden Resultaten und den zugehörigen Figuren ist ersichtlich, dass die Hebung des Kugelgestaltfehlers den Durchmesser des Bildpunktes in der Axe sehr verkleinert hat, während für den seitlich der Axe gelegenen Bildpunkt durchaus keine wesentliche Veränderung eingetreten ist, indem der unregelmässige Charakter der Figuren, sowie die Grössen derselben erhalten blieben.

Nun wurde die Form der Crownglaslinse geändert und unter Einhaltung der übrigen schon erfüllten Bedingungen so weit gegangen, bis auch die wahren Brennweiten der Mitte und des Randes gleich wurden, wobei beide Linsen flacher[1]) wurden. Das nun ganz richtige Objectiv hat nachstehende Dimensionen

$H_0 = 35.1$	R_0	695.51419	OZ
	D_1	6	
	R_2	363.34725	UZ
	D_3	0	
	R_4	371.62684	UZ
	D_5	4	
	R_6	1649.7323	UZ,

dann wurden

	Die Vereinigungsweiten.	Die wahren Brennweiten.
R	1126.7027	1131.4547
$^2/_3$ R	1126.7034	1131.4552
$^1/_3$ R	1126.7028	1131.4551
A	1126.7021	1131.4549.

Die noch vorhandenen Fehler fallen alle in die Unsicherheitsgrenze der Rechnung. Als deutlichste Einstell-

1) Also ihr kürzester Halbmesser länger.

ebene ergibt sich 1126.7030 und der Durchmesser des Bildes in der Axe wird

für den Rand	0.00002
„ „ $^2/_3$ Rand	0.00002
„ „ $^1/_3$ Rand	0.00000,

so dass Figur XIV trotz der 2000maligen Vergrösserung noch als Punkt erscheint.

Für das seitlich von der optischen Axe gelegene Sternbild (siehe Figur XV) ergaben sich die Werthe:

Für die Strahlen ausser der Axe in der Axenebene

			Differenzen gegen den Hauptstrahl. (+ höher, − tiefer)
O R	2	15.786407	− 0.01276
O $^2/_3$ R	10	15.790727	− 0.00844
O $^1/_3$ R	18	15.794920	− 0.00425
Hpt. Str.	1	15.799167	
U $^1/_3$ R	22	15.803295	+ 0.00413
U $^2/_3$ R	14	15.807547	+ 0.00838
U R	6	15.811742	+ 0.01258.

Strahlen ausser der Axenebene:

Kranz am Rande des Objectives

Strahl	3	− 0.00901	links	0.00412
„	9	− 0.00901	rechts	0.00412
„	4	− 0.00005	links	0.00602
„	8	− 0.00005	rechts	0.00602
„	5	+ 0.00890	links	0.00416.
„	7	+ 0.00890	rechts	0.00416.

Kranz in $^2/_3$ der Höhe

Strahl	11	− 0.00603	links	0.00277
„	17	− 0.00603	rechts	0.00277
„	12	− 0.00008	links	0.00379
„	16	− 0.00008	rechts	0.00379
„	13	+ 0.00598	links	0.00276
„	15	+ 0.00598	rechts	0.00276.

Kranz in $^1/_3$ der Höhe

Strahl	19	— 0.00305	links	0.00147
„	25	— 0.00305	rechts	0.00147
„	20	— 0.00007	links	0.00191
„	24	— 0.00007	rechts	0.00191
„	21	+ 0.00298	links	0.00141
„	23	+ 0.00298	rechts	0.00141.

Auch bei diesem Objective wurden für zwei weitere Einstellebenen und zwar um 0.15 und 0.30 hinein die Werthe für die beiden Sternbilder berechnet.

Für die Einstellebene 1126.5530 wird der Durchmesser des Axenbildes (Fig. XVI)

für Rand	0.00919
„ $^2/_3$ Rand	0.00622
„ $^1/_3$ Rand	0.00310.

Bild ausser der Axe (Figur XVII). Strahlen in der Axe ausser der Axenebene

			Differenzen gegen den Hauptstrahl.
OR	2	15.788975	— 0.00810
O $^2/_3$ R	10	15.791738	— 0.00534
O $^1/_3$ R	18	15.794378	— 0.00270
Hpt. Str.	1	15.797076	
U $^1/_3$ R	22	15.799647	+ 0.00257
U $^2/_3$ R	14	15.802354	+ 0.00528
UR	6	15.804993	+ 0.00792.

Strahlen ausser der Axenebene:

Kranz am Rande

Strahl	3	— 0.00572	links	0.00083
„	9	— 0.00572	rechts	0.00083
„	4	— 0.00004	links	0.00138
„	8	— 0.00004	rechts	0.00138
„	5	+ 0.00563	links	0.00088
„	7	+ 0.00563	rechts	0.00088.

Kranz in $^2/_3$ der Höhe

Strahl	11	— 0.00384	links	0.00058
„	17	— 0.00384	rechts	0.00058
„	12	— 0.00007	links	0.00069
„	16	— 0.00007	rechts	0.00069
„	13	+ 0.00380	links	0.00062
„	18	+ 0.00380	rechts	0.00062.

Kranz in $^1/_3$ der Höhe

Strahl	19	— 0.00195	links	0.00038
„	25	— 0.00195	rechts	0.00038
„	26	— 0.00006	links	0.00036
„	24	— 0.00006	rechts	0.00036
„	21	+ 0.00188	links	0.00031
„	23	— 0.00188	rechts	0.00031.

Für die dritte Einstellebene 1126.4030 wird: für das Bild in der Axe (Figur XVIII) der Bilddurchmesser

für den	Rand	0.01859
„ „	$^2/_3$ Rand	0.01243
„ „	$^1/_3$ Rand	0.00620

Für den Bildpunkt seitlich der optischen Axe (Fig. XIX) Strahlen ausser der Axe in der Axenebene:

			Differenzen gegen den Hauptstrahl.
OR	2	15.791538	— 0.00345
O $^2/_3$ R	10	15.792753	— 0.00223
O $^1/_3$ R	18	15.793840	— 0.00115
Hpt. Str.	1	15.794985	
U $^1/_3$ R	22	15.796007	+ 0.00102
U $^2/_3$ R	14	15.797156	+ 0.00217
U R	6	15.798244	+ 0.00326

Strahlen ausser der Axenebene:

Kranz am Rande des Objectives

Strahl	3	— 0.00243	rechts	0.00247
„	9	— 0.00243	links	0.00247
„	4	— 0.00004	rechts	0.00328
„	8	— 0.00004	links	0.00328
„	5	+ 0.00232	rechts	0.00242
„	7	+ 0.00232	links	0.00242.

Kranz in $^2/_3$ der Höhe

Strahl	11	— 0.00164	rechts	0.00161
„	17	— 0.00164	links	0.00161
„	12	— 0.00008	rechts	0.00241
„	16	— 0.00008	links	0.00241
„	13	+ 0.00159	rechts	0.00158
„	15	+ 0.00159	links	0.00158.

Kranz in $^1/_3$ der Höhe

Strahl	19	— 0.00085	rechts	0.00069
„	25	— 0.00085	links	0.00069
„	20	— 0.00007	rechts	0.00119
„	24	— 0.00007	links	0.00119
„	21	+ 0.00079	rechts	0.00079
„	23	+ 0.00079	links	0.00079.

Die Figuren XV, XVII und XIX zeigen, dass, wenn die wahren Brennweiten für Mitte und Rand gleich sind, während der Kugelgestaltfehler gehoben ist, im schräg zur Axe einfallenden Büschel die Lage der Strahlen gegen den Hauptstrahl ganz symmetrisch wird und dass die Vertheilung der Helligkeit eine gleichmässige wird.

Ziehen wir nun die Schlüsse aus obigen Rechnungsresultaten, so ergibt sich

1) Dass Fehler im Brennpunkte des Objectives hauptsächlich im Bildpunkte in der Axe, Fehler im Hauptpunkte

des Objectives im seitlich von der Axe gelegenen Bildpunkte zur Geltung kommen.

2) Dass auch schon kleine Fehler in der Gleichheit der wahren Brennweiten von Mitte und Rand, wenn der Kugelgestaltfehler gehoben ist, bedeutenden Einfluss auf die Vertheilung des Lichtes im Bildpunkte seitlich der Axe üben; dass es also nothwendig ist, die Construction des Objectives (Form der Crownglaslinse) ebenso genau zu treffen, als die Hebung des Kugelgestaltfehlers, was ohne ganz strenge Rechnung kaum zu erreichen ist.

3) Wir können das Licht eines schräg zur Axe einfallenden Büschels in zwei Hälften theilen, einmal durch eine Ebene welche den Hauptstrahl und die optische Axe enthält, wir wollen sie die Axenebene nennen; das andere Mal durch eine Ebene, welche auf dieser senkrecht steht und ebenfalls den Hauptstrahl enthält, wir nennen sie Ebene ausser der Axe; so dass die Axenebene nur Strahlen ausser der Axe in der Axenebene (diese aber alle) enthält; während in der Ebene ausser der Axe der Hauptstrahl und sonst lauter Strahlen ausser der Axenebene liegen. Die Schnittlinie beider Ebenen ist der Hauptstrahl. In den Durchschnitten dieser beiden Ebenen mit der Gesichtsfeldebene erfolgen die Messungen.

Die Axenebene (Figur I, 2 . . . 1 . . . 6) theilt das Bild des Sternes in Hälften, die stets symmetrisch gegen dieselbe sind, so dass die richtige Einstellung stets die Mitte der Figur trifft, wenn senkrecht zur Axenebene gemessen wird. (Figur I, 8 . . . 1 . . . 4).

Die Ebene ausser der Axe dagegen theilt, wie wir gesehen haben, nur dann die Figur des Sternenbildes in symmetrische Hälften, wenn die wahren Brennweiten für Mitte und Rand gleich sind, und nur in diesem Falle darf auf die Mitte der Figur eingestellt werden, wenn in der Richtung der Axenebene gemessen wird. Ist diese Bedingung nicht

erfüllt, so wird die richtige Einstellung (welche stets auf den Hauptstrahl erfolgen musste) schwierig und das Resultat unsicher.

4) Je grösser ein Objectiv ist, um so wichtiger ist es, dass seine Construction eine streng richtige sei, da die Fehler mit dem Maassstabe wachsen, die Empfindlichkeit des beobachtenden Auges aber dieselbe bleibt.

Der Hauptzweck dieser Arbeit war, zu zeigen, welch' wichtige Rolle die Construction des Objectives in Bezug auf sichere Einstellung bei seitlich von der optischen Axe gelegenen Bildpunkten spielt.

Ueber den Kalkgehalt der Knochen und Organe rhachitischer Kinder.

Von C. v. Voit.

(*Eingelaufen 10. Dezember.*)

Herr Professor Erwin Voit hat schon vor 10 Jahren in meinem Laboratorium die Erscheinungen nach Aufnahme kalkarmer Nahrung bei noch wachsenden und bei ausgewachsenen Thieren untersucht. Wenn man jungen Hunden grosser Race reines Muskelfleisch mit Fett und destillirtem Wasser giebt, so treten nach 3—4 Wochen alle Symptome der Rhachitis auf; er hat gezeigt, dass die Knochen des jungen Thieres aus dem geringen Kalkgehalt der Nahrung noch etwas Kalk ansetzen, aber viel mehr organische Substanz, so dass die Knochen prozentig bedeutend weniger Kalk als normal enthielten und ebenso die übrigen Organe des rhachitischen Thieres. Die Kalkarmuth des Knochens rührt daher nicht von einer Entziehung von Kalk, z. B. durch Milchsäure her, wie man früher zur Erklärung der Rhachitis annahm.

Man hat gegen die Ableitung der Rhachitis der Kinder von Kalkmangel der Nahrung eingewendet, dass von zwei Kindern, welche ganz die gleiche Nahrung erhalten, das eine gesunde Knochen besitzen kann, während das andere hochgradig rhachitisch sein kann. Allerdings wäre es möglich gewesen, dass bei dem letzteren Kinde wohl die Nahrung genügend Kalk enthalten hätte, aber in Folge von Verdauungsstörungen zu wenig Kalk im Darmkanal resorbirt

worden wäre. Jedoch weisen die Erfahrungen der pathologischen Anatomen immer mehr darauf hin, dass es sich bei der Rhachitis der Kinder zumeist primär um eine Erkrankung der Knochen handelt.

Herr Dr. Heinrich Brubacher hat nun in meinem Laboratorium unter der Leitung von Prof. Erwin Voit die Verhältnisse bei rhachitischen Kindern untersucht und den Kalkgehalt nicht nur in den Knochen, auf welche bis jetzt fast ausschliesslich Rücksicht genommen worden ist, sondern auch in den übrigen Organen ermittelt. Die von ihm analysirten Knochen der rhachitischen Kinder waren so arm an Knochenerde, dass sie biegsam und elastisch wie Knorpel waren; merkwürdiger Weise zeigten sich aber die übrigen Organe (Leber, Muskeln, Blut) nicht kalkärmer, sondern manchmal sogar etwas kalkreicher als normal.

Daraus geht hervor, dass es sich bei der Rhachitis der Kinder in der Mehrzahl der Fälle nicht um einen Kalkmangel in der Nahrung handelt, in Folge dessen der Knochen kalkarm wird, sondern in der That um eine specifische Erkrankung des Knochens, in Folge deren die Kalkablagerung im Knochen bei normaler Kalkzufuhr in der Nahrung leidet.

Da man im Stande ist, durch kalkarme Nahrung in kurzer Zeit echte Rhachitis beim Hunde hervorzurufen, so mögen wohl auch manche Fälle von Rhachitis beim Kinde durch Kalkarmuth der Nahrung entstehen, in der Mehrzahl der Fälle wird es sich jedoch um eine primäre Erkrankung des Knochens handeln.

Man ist nach dem Gesagten in der Lage, durch die chemische Untersuchung der Organe (Leber, Muskel, Blut) zu entscheiden, welche Form der Rhachitis vorliegt, und man wird in dem einen Falle durch reichliche Kalkzufuhr nützen können, in dem anderen aber nicht.

Die ausführlichen Resultate der Untersuchung werden in der Zeitschrift für Biologie veröffentlicht werden.

Verzeichniss der eingelaufenen Druckschriften

Juli bis Dezember 1889.

Die verehrlichen Gesellschaften und Institute, mit welchen unsere Akademie in Tauschverkehr steht, werden gebeten, nachstehendes Verzeichniss zugleich als Empfangsbestätigung zu betrachten. — Die zunächst für die philos.-philol. Classe bestimmten Druckschriften sind in deren Sitzungsberichten 1889 Bd. II Heft II verzeichnet.

Von folgenden Gesellschaften und Instituten:

Royal Society of South Australia in Adelaide:

Transactions and Proceedings. Vol. XI. (1887—88). 1889. 8⁰.

K. Akademie der Wissenschaften in Amsterdam:

Verslagen en Mededeelingen. Afdeeling Natuurkunde IIIe Reeks. Deel 5. 1888—89. 8⁰.

Société d'études scientifiques in Angers:

Bulletin. N. Série. Année XVII. 1887. 1888. 8⁰.

Johns Hopkins University in Baltimore:

American chemical Journal. Vol. 11. No. 1—5. 1889. 8⁰.
American Journal of Mathematics. Vol. XI. Nr. 3. 4. 1889. 4⁰.

Kgl. natuurkundige Vereeniging in Nederlandsch Indie zu Batavia:

Natuurkundig Tijdschrift. Deel 48. 1889. 8⁰.

Museum in Bergen:

Aarsberetning for 1888. 1889. 8⁰.

Centralbureau der internationalen Erdmessung in Berlin:

Verhandlungen der 1888 in Salzburg abgehaltenen Conferenz der permanenten Kommission der internationalen Erdmessung. 1889. 4⁰.
Verhandlungen vom 17.—23. September 1888 in Salzburg. 1889. 4⁰.

Deutsche chemische Gesellschaft in Berlin:

Berichte. 22. Jahrg. Nr. 10—16. 1889. 8⁰.

Deutsche geologische Gesellschaft in Berlin:

Zeitschrift. Bd. 40. Heft 4. Bd. 41. Heft 1. 2. 1888/89. 8⁰.

Physiologische Gesellschaft in Berlin:

Centralblatt für Physiologie. 1888 Register. 1889 Nr. 7—18. 8⁰.
Verhandlungen 4. Jahrg. 1888—89 Nr. 11—18. 5. Jahrg. 1889—90 Nr. 1. 8⁰.

Geodätisches Institut in Berlin:

Jahresbericht 1888—89. 1889. 8⁰.

K. Preussisches meteorologisches Institut in Berlin:

Ergebnisse der meteorol. Beobachtungen im Jahre 1887. 1889. 4⁰.
Deutsches meteorologisches Jahrbuch für 1889. Heft 1. 1889. Fol.

Direktion der K. geologischen Landesanstalt in Berlin:

Abhandlungen zur geologischen Spezialkarte von Preussen. Bd. VIII. Heft 4. Bd. IX, 1 (mit Atlas) u. 2. Bd. X, 1. 1889. 4⁰.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift in Berlin:

Wochenschrift. Bd. IV. Nr. 15—36. 1889. 4⁰.

Zeitschrift für Instrumentenkunde in Berlin:

Zeitschrift. 9. Jahrg. 1889. Heft 7—11. gr. 8⁰.

Philosophical Society in Birmingham:

Proceedings. Vol. VI. part 1. 2. Session 1887—1888. 1888—89. 8⁰.

Naturhistorischer Verein in Bonn:

Verhandlungen. 46. Jahrg. 1. Hälfte. 1889. 8⁰.

Société de géographie commerciale in Bordeaux:

Bulletin. 1889 No. 13—21. 8⁰.

Société Linnéenne in Bordeaux:

Actes. Vol. 41. livr. 4—6. 1888. 8⁰.

Académie Royale de médecine in Brüssel:

Bulletin. IV. Sér. Tom. III. Nr. 6—10. 1889. 8⁰.

Ungarische Akademie der Wissenschaften in Budapest:

Természettudományi Értekezések (Naturw. Abhandlungen). Bd. XVII. 6. XVIII. 1—5. 1887—89. 8⁰.
Mathematikai Értesitö (Mathem. Anzeiger). Bd. VI. 2—9. VII. 1—3. 1888. 8⁰.

Fröhlich Izidor, Allgemeine Theorie des Electrodynamometers (Ungarisch). 1888. 4⁰.
Mathematikai Közlemények (Mathematische Mittheilungen). Bd. XXIII. 1—3. 1888. 8⁰.
Mathematische Berichte aus Ungarn. Bd. 6. Berlin 1889. 8⁰.
Monographia Chrysididarum orbis terrarum universi. Auctore Alexandro Mocsczáry. 1889. 4⁰.

K. ungarische geologische Anstalt in Budapest:

Földtani Közlöny. Bd. XIX. Heft 1—10. 1889. 8⁰.
II. Nachtrag zum Katalog d. Bibliothek d. ungar. geolog. Anstalt 1886—88. 1889. 8⁰.

Institut Météorologique in Bukarest:

Studiŭ asupra climeĭ Bucurestilor de Stefan C. Hepites. Part 1. 1889. 4⁰.
Annales. Tom. III. 1887. 1889. 4⁰.

Instituto y Observatorio de marina de San Fernando, Cadiz:

Almanaque náutico para 1891. 1889. gr. 8⁰.
Anales. Seccion 2ª 1888. Observationes meteorológicas. 1889. Fol.

Société Linnéenne de Normandie in Caen:

Bulletin. 4e Série. Vol. 2. 1887—88. 1889. 8⁰.

Indian Museum in Calcutta:

A Catalogue of the Mantodea, by J. Wood-Mason. Nr. 1. 1889. 8⁰.
A Catalogue of the moths of India by C. Iwinhoe and E. C. Cotes. Part VII. 1889. 8⁰.
Index to the genera and species of Mollusca in the Indian Museum. Vol. I. II. by W. Theobald. 1889. 8⁰.

Geological Survey of India in Calcutta:

Records. Vol. XXII. part 3. 1889. 4⁰.

Philosophical Society in Cambridge, Engl.:

Proceedings. Vol. VI. part 6. 1889. 8⁰.
Transactions. Vol. XIV. part 4. 1889. 4⁰.

Museum of comparative zoölogy at Harvard College in Cambridge, U. S. A.:

Memoirs. Vol. XIV. N. I. Part II. 1. 1889. 4⁰.
Bulletin. Vol. XVII. Nr. 4. 5. Vol. XVIII. 1889. 8⁰.

Harvard College Observatory in Cambridge, Mass.:

Annals. Vol. XVIII. Nr. 9. 1889. 4⁰.

Accademia Gioenia di scienze naturali in Catania:

Bullettino mensile, fasc. 7. 8. Maggio e Giugno 1889. 8⁰.

K. sächsisches meteorologisches Institut in Chemnitz:

Vorläufige Mittheilung. 1889. 4⁰.
Die wissenschaftlichen Erhebungen zur Wasserkatastrophe in der Oberlausitz am 18. Mai 1887 von Oskar Birkner. 1889. gr. 8⁰.
Deutsches meteorologisches Jahrbuch. V. Jahrg. 1887. II. Hälfte. 1889. Fol.

K. Universität in Christiania:

Jahrbuch des Norwegischen Meteorologischen Instituts für 1887. 1889. 4⁰.
Schübeler, Viridarium Norvegicum. Bd. II, 2. 1888. 4⁰.
Archiv for Mathematik. Bd. XIX, 3. 4. XII, 1—4. XIII, 1. 1886/89. 8⁰.
Nyt Magazin for Naturwidenskaberne. Bd. XXX, 1—4. XXXI, 1—3. 1886/89. 8⁰.
Carte ethnographique de M. Friis sur Finmarken en 6 feuilles 1889.

Naturforschende Gesellschaft in Chur:

Jahresbericht. N. F. Jahrgang XXXII. Jahr 1887/88. 1889. 8⁰.

Chemiker-Zeitung in Cöthen:

Chemiker-Zeitung. XIII. Jahrg. 1889. Nr. 53—78. 81—91. Fol.

Academia nacional de ciencias in Córdoba (Rep. Argentina):

Boletin. Tom. XI, entrega 3. Buenos Aires. 1888. 8⁰.

Academy of natural sciences in Davenport:

Proceedings. Vol. IV. part 1. 1889. 8⁰.

École polytechnique in Delft:

Annales. Tom. V. livr. 1 et 2. Leiden 1889. 4⁰.

Colorado scientific Society in Denver, Colo.:

Proceedings. Vol. III. part 1. 1888. 8⁰.

Union géographique du Nord de la France in Douai:

Bulletin. Tom. IX. Nov. Déc. 1888. Tom. X. Janvier à Juin 1889. 8⁰.

Verein für Erdkunde in Dresden:

Litteratur der Landes- und Volkskunde des Königr. Sachsen, bearbeitet von Paul Emil Richter. 1889. 8⁰.

Royal Society in Dublin:

The scientific Transactions. Ser. II. Vol. IV. Nr. 2—5. 1889. 4⁰.
The scientific Proceedings. N. S. Vol. VI. part 3—6. 1888/89. 8⁰.

Royal Physical Society in Edinburgh:

Proceedings. Session 1887—88. 1888. 8⁰.

Reale Accademia dei georgofili in Florenz:

Atti. 4. Ser. Vol. XII. disp. 2. 3. 1889. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Frankfurt a/O.:

Monatliche Mittheilungen. 6. Jahrg. Nr. 12. 7. Jahrg. Nr. 1—5. 1889. 8⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Freiburg i. B.:

Berichte. Bd. III. IV, 1—5. 1888/89. 8⁰.

Sternwarte in Genf:

Résumé météorologique de l'année 1888. 1889. 8⁰.

Museo civico di storia naturale in Genua:

Amali. Serie II. Vol. VI. 1888. 8⁰.

Verein der Aerzte in Steiermark zu Graz:

Mittheilungen. XXV. Vereinsjahr 1888. 1889. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark in Graz:

Mittheilungen. Jahrg. 1888. Heft 25. 1889. 8⁰.

Archiv der Mathematik und Physik in Greifswald:

Archiv. II. Reihe 8. Teil. Heft 3. Leipzig 1889. 8⁰.

K. Niederländisches Staatsministerium im Haag:

Nederlandsch kruidkundig Archief. Serie II. 5e deel, stuk 3. Nymegen 1889. 8⁰.

Kaiserlich Leopoldinische Carolinische Deutsche Akademie der Naturforscher in Halle:

Leopoldina. Heft XXV. Nr. 7—18. 1889. 4⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen in Halle:

Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. 61. Heft 5. 6. Bd. 62. Heft 1. 2. 1888/89. 4⁰.

Mathematische Gesellschaft in Hamburg:

Festschrift anlässlich ihres 200jährigen Jubelfestes. 1890. Theil I. Geschichte der Gesellschaft. 1890. 8⁰.

Wetterauische Gesellschaft für die gesammte Naturkunde in Hanau:

Bericht für den Zeitraum 1887—89. 8⁰.

Musée Teyler in Harlem:

Archives. Ser. II. Vol. III. partie 3. 1889. 4⁰.

Société Hollandaise des Sciences in Harlem:

Archives Néerlandaises. Tom. XXIII. livr. 3. 4. 5. 1889. 8⁰.
Oeuvres complètes de Christiaan Huygens. Tom. II. 1889. 4⁰.

Naturhistorisch-medicinischer Verein in Heidelberg:

Verhandlungen. N. F. Bd. IV. Heft 3. 1889. 8⁰.

Commission géologique de la Finlande in Helsingfors:

Carte géologique de la Finlande. Livr. 12—15 avec texte explicatif. 1889. 8⁰.

Medicinisch-naturwissenschaftliche Gesellschaft in Jena:

Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. XXIII. Heft 4. 1889. 8⁰.

Grossherzogliche Sternwarte in Karlsruhe:

Veröffentlichungen. Heft 3. 1889. 4⁰.

Verein für Naturkunde in Kassel:

34. und 35. Bericht über die Jahre 1886—88. 1889. 8⁰.

Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel:

Sechster Bericht. XVII.—XIX. Jahrg. Heft 1. Berlin 1889. Fol.
Ergebnisse der Beobachtungs-Stationen. Jahrg. 1888. Heft 1—9. Berlin 1889 quer 4⁰.
Atlas deutscher Meeresalgen von J. Reinke. Berlin 1889. Fol.

Naturwissenschaftlicher Verein für Schleswig-Holstein in Kiel:

Schriften. Bd. VIII. Heft 1. 1889. 8⁰.

Physikalisch-ökonomische Gesellschaft in Königsberg:

Schriften. 29. Jahrg. 1888. 1889. 4⁰.

Société Vaudoise des sciences naturelles in Lausanne:

Bulletin. 3e Sér. Vol. XXIV. Nr. 99. 1889. 8⁰.

Archiv der Mathematik und Physik in Leipzig:

Archiv. II. Reihe. Theil VIII. Heft 1. 2. 1889. 8⁰.

Astronomische Gesellschaft in Leipzig:

Vierteljahrsschrift. 24. Jahrg. Heft 3. 4. 1889. 8⁰.
Publikation Nr. XIX. 1889. 4⁰.

Journal für praktische Chemie in Leipzig:

Journal. N. Folge Bd. 39, Heft 10. 11. Bd. 40, Heft 1—10. 1889. 8⁰.

Verein für Erdkunde in Leipzig:

Mittheilungen 1888. 1889. 8.

K. K. Bergakademie in Leoben:

Programm für das Studienjahr 1889/90. 1889. 8⁰.

Her Majesty's Stationery Office in London:

Report on the Results of the Voyage of the Challenger. Zoology. Vol. 32. 1889. 4⁰.

Royal Astronomical Society in London:

Monthly Notices. Vol. 49. Nr. 8. 9. Vol. 50. Nr. 1. 1889. 8⁰.

Chemical Society in London:

Journal Nr. 320—325. July—Dec. 1889. 8⁰.
List of fellows. 1889. 8⁰.

Linnean Society in London:

Journal. Zoology 119—121. 132. 140. Botany. 156. 157. 163—170. 173. 1889. 8⁰.
Transactions. Zoology. Vol. II. part 18. Vol. IV. part 3. Vol. V. part 1—3. Botany. Vol. II. part 16. 1888—89. 8⁰.
General-Index to the first 20 Volumes of the Journal (Botany) 1888. 8⁰.
List. Session 1888—1889. 1888. 8⁰.

Royal Microscopical Society in London:

Journal. 1889. Part 4. 5. 6. 1889. 8⁰.

Royal Society in London:

Proceedings. Vol. 46. Nr. 280—283. 1889. 8⁰.

Zoölogical Society in London:

Proceedings 1889. Part I. II. III. 8⁰.
Transactions. Vol. XII. part 9. 1889. 4⁰.

Zeitschrift „Nature" in London:

Nature. Vol. 40. Nr. 1027—1044. Vol. 41. Nr. 1045—48. London 1889. 4⁰.

Société géologique de Belgique in Lüttich:

Annales. Tom. XIV. livr. 2. Tom. XVI. livr. 1. 1889. 8⁰.

Université de Liége, Institut de Physiologie in Lüttich:

Traveaux du Laboratoire de Léon Fredericq. Tom. II. 1887—88. Paris 1888. 8⁰.

Académie des Sciences in Lyon:

Mémoires. Classe des sciences, tom. 28. 29. 1886—88. 8⁰.

Société de l'agriculture in Lyon:

Annales. V. Série, tom. 9. 10. VI. Série, tom. 1. 1887—89. 8⁰.

Société Linnéenne in Lyon:

Annales. Tom. 32. 33. 34. 1886—88. 8⁰.

Real Academia de ciencias in Madrid:

Memorias. Tom. 13. part 2. 3. 1888. 4⁰.
Revista de los progresos de las ciencias. Tom. 22. Nr. 5—7. 1888/89. 8⁰.

R. Osservatorio di Brera in Mailand:

Pubblicazioni. Nr. XXXV. 1889. 4⁰.

Società italiana di scienze naturali in Mailand:

Atti. Vol. XXXI. Fasc. 1—4. 1888. 8⁰.

Verein für Naturkunde in Mannheim:

52. bis 55. Jahresbericht für die Jahre 1885—88. 1889. 8⁰.

Public Library of Victoria in Melbourne:

Fred Mc Coy, Prodromus of the Zoology of Victoria. Decade XVIII. 1889. 8⁰.

Ministario de fomento de la República Mexicana in México:

Annales. Tom. VIII. 1887. 8⁰.

Sociedad scientifica „Antonio Alzate" in Mexico:

Memorias. Tom. II. Nr. 9. 10. 11. 1889. 8⁰.

Sociedad Mexicana de historia natural in Mexico:

La Naturaleza. II. Serie. Tom. I. Nr. 5. 1889. Fol.

Società dei Naturalisti in Modena:

Atti. Ser. III. Vol. VIII. Fasc. 1. 1889. 8⁰.

Royal Society of Canada in Montreal:

Proceedings and Transactions. Vol. VI. Year 1888. 1889. 4⁰.

Société Impériale des Naturalistes in Moskau:

Bulletin. 1889. Nr. 1. 2. 8⁰.
Nouveaux Mémoires. Tom. XV. livr. 6. 1889. 4⁰.

Deutsche Gesellschaft für Anthropologie in Berlin und München:

Correspondenzblatt. 1889. Nr. 4—7. 9. München. 4⁰.

K. Technische Hochschule in München:

Programm f. d. J. 1889—90. 8⁰.
Bericht f. d. J. 1889—90. 4⁰.
Personalstand. W.-S. 1888/89. 8⁰.

K. Staatsministerium des Innern in München:

Die Landwirthschaft in Bayern. Denkschrift. 1890. gr. 8⁰.

K. Oberbergamt in München:

Geognostische Beschreibung des Königreichs Bayern. IV. Publikation. 2. Abtheilung. 1889.

Société des Sciences in Nancy:

Bulletin. Série II. tom. IX. fasc. 22. Paris 1889. 8⁰.

Accademia delle scienze fisiche e matematiche in Neapel:

Atti. Ser. II. Vol. 3. 1889. 4⁰.

Zoologische Station in Neapel:

Mitteilungen. Bd. IX. Heft 2. Berlin 1889. 8⁰.

North of England Institute of Engineers in Newcastle-upon-Tyne:

Transactions. Vol. XXXVIII. part III. 1889. 8⁰.

American Journal in New-Haven:

The American Journal of Science. III. Series. Vol. XXXVII. Nr. 221—226. 1889. 8⁰.

Academy of Sciences in New-York:

Transactions. Vol. VIII. Nr. 1—4. 1888. 8⁰.
Annals. Vol. IV. Nr. 10. 11. 1889. 8⁰.

The Journal of comparative medicine and surgery in New-York:

Journal. Vol. X. Nr. 3. 4. 1889. 8⁰.

American Geographical Society in New-York:

Bulletin. Vol. XXI. Nr. 2. 3. 1889. 8⁰.

Naturhistorische Gesellschaft in Nürnberg:

Jahresbericht für 1888. 1889. 8⁰.

Neurussische naturwissenschaftliche Gesellschaft in Odessa:

Sapiski. Bd. XIV, 1. 1889. 8⁰.

Mathematische Abtheilung der neurussischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Odessa:

Sapiski. Tom. IX. 1889. 8⁰.

Geological and natural history Survey in Ottawa, Canada:

Contributions to Canadian Palaeontology. Vol. I. part 2. Montreal 1889. 8⁰.

The Radcliffe Observatory in Oxford:

Radcliffe Observations 1885. Vol. 43. 1889. 8⁰.

Società Veneto-Trentina di scienze naturali in Padua:

Bullettino. Anno 1889. Tom. IV. Nr. 3. 1889. 8⁰.
Atti e memorie. Nuova Serie. Vol. V. 1889. 8⁰.

Circolo matematico in Palermo:

Rendiconti. Tom. III. fasc. 4. 5. 1889. 8⁰.

Collegio degli Ingegneri in Palermo:

Atti. Anno XI. Settembre-Decembre 1888. Anno XII. Gennaro-Aprile 1889. gr. 8⁰.

Società di scienze naturali in Palermo:

Giornale. Vol. 18. 19. 1887—88. 4⁰.

Académie de médecine in Paris:

Bulletin. Tom. XXI. Nr. 26—50. 1889. 8⁰.

Académie des Sciences in Paris:

Comptes rendus. Tom. 109. Nr. 1—25. 1889. 4⁰.

Comité international des poids et mesures in Paris:

Procès-verbaux des Séances de 1888. 1889. 8.

École polytechnique in Paris:

Journal. Cahier 58. 1889. 4⁰.

Moniteur Scientifique in Paris:

Moniteur Scientifique. 4e Sér. Tom. III. Livr. 572—576. Août—Déc. 1889. gr. 8⁰.

Revue internationale de l'électricité in Paris:

Revue internationale. Tom. IX. Nr. 85—95. 1889. gr. 8⁰.

Société d'anthropologie in Paris:

Mémoires. 2e Série. tom. IV. Fasc. 1. 1889. 8⁰.
Bulletins. tom. XI. Fasc. 4. tom. XII. Fasc. 1. 2. 1888—89. 8⁰.

Société de géographie in Paris:

Comptes rendus. 1889. Nr. 12. 13. 14. 8⁰.
Bulletin. 7. Sér. Tom. X. Trimestre 1. 2. 1889. 8⁰.

Société mathématique de France in Paris:

Bulletin. Tom. XVII. Nr. 4. 5. 1889. 8⁰.

Société zoologique de France in Paris:

Bulletin. Tom. XIV. Nr. 3. 6. 9. 1889. 8⁰.
Mémoires. Tom. III. partie 1. 1889. 8⁰.

Accademia medico-chirurgica in Perugia:

Atti e Rendiconti. Vol. I. fasc. 1—4. 1889. 8⁰.

Comité géologique in St. Petersburg:

Memoires. Vol. III. Nr. 4. Vol. VIII. Nr. 1. 1888 u. 1889. 4⁰.
Bulletins. Vol. VII. Nr. 6—10. Vol. VIII. Nr. 1—5 et Suppl. du Vol. VIII. 1888/89. 8⁰.

Botanischer Garten in St. Petersburg:

Acta. Tom. X. 2. 1889. 8⁰.

Chemisch-physikalische Gesellschaft an der K. Universität in St. Petersburg:

Schurnal. Tom. XXI. Nr. 6. 7. 8. 1889. 8⁰.

Academy of natural sciences in Philadelphia:

Proceedings 1889. Part I. II. 1889. 8⁰.

Alumni Association of the College of Pharmacy in Philadelphia:

25. annual Report for the year 1888/89. 8⁰.

American Philosophical Society in Philadelphia:

Proceedings. Vol. XXVI. Nr. 129. 1889. 8⁰.

Second Geological Survey of Pennsylvania in Philadelphia:

Catalogue of State Museum. Part 3. 1889. 8⁰.
Northern Anthracite Atlas. Part 3. 4. 1889. 8⁰.
Atlas to Reports H. H. and H. H. H. 1889. 8⁰.

Società Toscana di scienze naturali in Pisa:

Atti. Processi verbali. Vol. VI. p. 189—210. 1889. 4⁰.

Society of natural history in Portland:

Proceedings. Session 1880—81 and 1881—82. 13 Hefte. 8⁰.
5—15th Report of the Commissioner of Fisheries of the State of Maine for the year 1871—1881. Augusta 1872—1882.
A Catalogue of the Birds of Portland, by Nathan Clifford Brown. 1882. 8⁰.

Astrophysikalisches Observatorium in Potsdam:

Publicationen. Bd. VI. 1889. 4⁰.

K. böhmische Gesellschaft der Wissenschaften in Prag:

Abhandlungen. Mathem.-naturw. Classe. VII. Folge. Bd. 2. 1888. 4⁰.
Vejdovský, Zrání Vajíčka (Maturation des Ovum). 1888. 8⁰.
Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe. 1889. 1. 8⁰.

Mathematisch-physikalische Gesellschaft in Prag:

Casopis. Bd. XVIII, Heft 1—6. Bd. XIX, Heft 1. 1889. 8⁰.

K. K. Sternwarte in Prag:

Beobachtungen im Jahre 1888. 1889. 4⁰.

Observatorio in Rio de Janeiro:

Revista do Observatorio. Anno IV. Nr. 5—11. 1889. 4⁰.

R. Accademia dei Lincei in Rom:

Atti. Serie IV. Memorie di scienze fisiche. Vol. 3. 4. 1886—87. 4⁰.

Accademia Pontificia dei Nuovi Lincei in Rom:

Atti. Anno 40. Sessione 1—8. 1887—88. 4⁰.

R. Comitato geologico d'Italia in Rom:

Memorie per servire alla descrizione della carta geologica d'Italia. Vol. III. parte 2. Firenze 1888. 4⁰.

Bollettino. 1889. Nr. 5—10. 8⁰.

Ufficio centrale meteorologico in Rom:

Annali. Vol. VII. parte 1. 2. 3. Vol. VIII. parte 1—4. 1887—89. 4⁰.

American Association for the Advancement of Science in Salem:

Proceedings, 37th Meeting held at Cleveland, 1888. 1889. 8⁰.

Essex Institute in Salem:

Bulletin. Vol. 20. 1880. Nr. 1—12. Vol. 21. 1881. Nr. 1—6. 8⁰.
Charter and By-laws. 1889. 8⁰.

California Academy of sciences in San Francisco:

Proceedings. II. Series. Vol. I. part 1. 2. 1888—89. 8⁰.
Memoirs. Vol. II. Nr. 2. 1888. 4⁰.

Deutscher wissenschaftlicher Verein in Santiago, Chile:

Verhandlungen. Bd. II. Heft 1. 1889. 8⁰.

R. Accademia dei fisiocritici in Siena:

Atti. Serie III. Vol. II. fasc. 1—5. 1879—84. Vol. III. fasc. 1—13. 1880—85. Vol. IV. fasc. 1—9. 1885—89. 4⁰.
Bullettino. Anno 5. 1887. fasc. 1—10. Anno 6. 1888. fasc. 1—10. 8⁰.

K. Akademie der Wissenschaften in Stockholm:

Astronomiska Jakttagelser. Bd. II. Nr. 2—4. Bd. III. Nr. 1—5. 1885—88. 4⁰.

Société des Sciences in Strassburg:

Bulletin mensuel. Tom. XXIII. Nr. 6—9. 1889. 8⁰.

Royal Society of New-South-Wales in Sydney:

Journal and Proceedings. 1888. Vol. XXII. Part 2. 1888. 8⁰.

Royal Society of Tasmania:

Papers and Proceedings for 1888. 1889. 8⁰.

College of science, Imperial University Tokio, Japan:

The Journal. Vol. III. part 1. 2. Tokio 1889. 4⁰.

Japanische Universität in Tokio:

Mittheilungen aus der medizinischen Fakultät. Bd. 1. Nr. 3. 1889. 4⁰.

Kansas Academy of science in Topeka, Kansas:

Transactions of the 18th and 19th annual Meetings (1885—86). Vol. X. 1887. 8⁰.

Institut Royal météorologique des Pays-Bas in Utrecht:

Nederlandsch meteorologisch Jaarboek vor 1879, Deel II. 1888, Deel I. 1889. 4⁰.

National Academy of Sciences in Washington:

Memoirs. Vol. IV. part 1. 1888. 4⁰.

Secretary of War in Washington:

Annual Report of the Chief Signal Officer of the Army. 1889. 8⁰.

U. S. Coast Survey in Washington:

Bulletin. Nr. 9--12. 1889. 4⁰.
Report of the Superintendent for the year ending June 1887. 1889. 4⁰.

K. K. geologische Reichsanstalt in Wien:

Jahrbuch. Jahrg. 1889. Bd. XXXIX. Heft 1. 2. 1889. 4⁰.
Verhandlungen 1889. Nr. 7—10. 1889. 4⁰.

K. K. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien:

Jahrbücher. Jahrg. 1887. (Neue Folge. Bd. 24.) 1888. 4⁰.

K. K. Gradmessungs-Bureau in Wien:

Astronomische Arbeiten. Bd. I. 1889. 4⁰.
Verhandlungen 1885—87 und 1887—1889. 1889. 8⁰.

Anthropologische Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. XIX. Bd. Heft 3. 1889. 4⁰.

K. K. Gesellschaft der Aerzte in Wien:

Medizinische Jahrbücher. Jahrg. 1888. Heft 9. 1888. 8⁰.
Wiener klinische Wochenschrift. 2. Jahrg. Nr. 27—52. 1889. 4⁰.
Geschichte der K. K. Gesellschaft der Aerzte in Wien. 1837—1888. von S. Hajek. 1889. 8⁰.

Zoologisch-botanische Gesellschaft in Wien:
Verhandlungen. Bd. 39. I. und II. Quartal. 1889. 8⁰.

K. K. naturhistorisches Hofmuseum in Wien:
Annalen. Bd. IV. Nr. 3. 1889. gr. 8⁰.

K. K. Universitäts-Sternwarte in Wien:
Annalen. Bd. V. VI. Jahrg. 1885—1886. 1887—1888. 4⁰.

Nassauischer Verein für Naturkunde in Wiesbaden:
Jahrbücher. Jahrg. 42. 1889. 8⁰.

Unterfränkischer Kreisfischerei-Verein in Würzburg:
6. Bericht. 1889. 8⁰.

Schweizerische meteorologische Centralanstalt in Zürich:
Annalen. Jahrg. 1887. 24. Jahrg. 1889. 4⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Zürich:
Vierteljahrsschrift. Jahrg. XXXIII. Heft 3. 4. 1888. 8⁰.
Jahrg. XXXIV. Heft 1. 2. 1889. 8⁰.

Von folgenden Herren:

Friedrich Goppelsroeder in Mühlhausen i. E.:
Ueber Capillar-Analyse und ihre verschiedenen Anwendungen. Wien. 8⁰
Beilagen: Mühlhausen. 1889. 8⁰.
Farbelectrochemische Mittheilungen. Mühlhausen 1889. 8⁰.

J. H. Graf in Bern:
Der Mathematiker Johann Samuel König. 1889. 8⁰.

Hugo Gyldén in Stockholm:
Relationer emellan cosiner och siner för irrationella vinklar. Helsingfors 1867. 4⁰.
Om summation of periodiska funktioner. Stockholm 1872. 4⁰.
Integration of vissa i störingstheorin förkommande differentialformler. St. 1874. 4⁰.
Astronomiska Jakttagelser och undersökningar på Stockholms Observatorium. Bd. I. Heft 3. St. 1877. 4⁰.
Ueber die Bahn eines materiellen Punktes etc. St. 1879. 4⁰.
Versuch einer mathematischen Theorie zur Erklärung des Lichtwechsels der veränderlichen Sterne. Helsingfors 1880. 4⁰.
Theoretische Untersuchungen über die intermediären Bahnen der Cometen. St. Petersburg 1884. 4⁰.
Eine Annährungsmethode im Probleme der 3 Körper. s. l. s. a. 4⁰.
Die intermediäre Bahn des Mondes. St. 1885. 4⁰.
Untersuchungen über die Convergenz der Reihen. etc. St. 1887. 4⁰.

Ch. A. B. Huth in Hamburg:

Farbige Noten II. Theil. Weiterer Verfolg der neuen Theorie auf das Tonsystem. 1889. Fol.

Nikolai von Kokscharow in St. Petersburg:

Materialien zur Mineralogie Russlands. Bd. X. pag. 97—224. 1889. 8⁰.

A. Kurz in Augsburg:

Das galvanische Element und Ohms Gesetz.
Zusammensetzung von Biegung und Torsion.
Ueber die Einführung in die beiderlei elektrischen Systeme.
Messungen der Transversaltöne gespannter Drähte.
Ueber den Voltá'schen Fundamentalversuch.
Zum Wasserdilatometer. 2. Mittheilung.
(Separatabzüge). 1889. 8⁰.

Castro Lopes in Rio di Janeiro:

„L'identité des comètes périodiques est une illusion des Astronomes." Mémoire. 1889. 8⁰.

Francis E. Nipher in Saint Louis:

Report on Missouri Rainfall. s. a. 8⁰.
The Winding of Dynamo-Fields. 1889. 8⁰.

E. Regel in St. Petersburg:

Biographie von Ernst Rudolf v. Trautvetter. 1889. 8⁰.
Descriptiones et emendationes plantarum in horto imperiali botanico Petropolitano cultarum. 1889. 8⁰.

M. Saint-Lager in Lyon:

Le procès de la nomenclature botanique et zoologique. Paris 1886. 8⁰.
Recherches sur les anciens Herbaria. Paris 1886. 8⁰.
Vicissitudes onomastiques de la Globulaire vulgaire. Paris 1889. 8⁰.

F. von Sandberger in Würzburg:

Ueber die Entwickelung der unteren Abtheilung des Devonischen Systems in Nassau. Wiesbaden 1889. 8⁰.

Arcangelo Scacchi in Neapel:

Catalogo dei minerali e delle rocce Vesuviane. 1889. 4⁰.
Sulle ossa fossili trovate nel tufo dei vulcani. 1888. 4⁰.
Il vulcanetto di Puccianello. 1889. 4⁰.

Adolf Schmidt in Heidelberg:

Geologie des Münsterthals. Theil III. 1889. 8⁰.

M. A. Stern in Zürich:

Beweis eines Liouvilleschen Satzes. Berlin 1889. 4⁰.

Agostino Todaro in Palermo:

Hortus botanicus Panormitanus. Tom. II. fasc. 5. 1889. Fol.

A. Wangerin in Halle:

Ueber die Rotation mit einander verbundener Körper. 1889. 4⁰.

Jakob Weihrauch in Stuttgart:

Robert Mayer, der Entdecker des Princips von der Erhaltung der Energie. 1890. 8⁰.

Rudolf Wolf in Zürich:

Astronomische Mittheilungen Nr. 73. 1889. 8⁰.

Namen-Register.

Abbé Ernst (Wahl) 410.

v. Baeyer Adolf 19.
Bergeat Emil 17.
Blasius Eugen 47.
Brill Alexander 19.
Brubacher Heinrich 437.

Cannizzaro Stanislao (Wahl) 410.
Clausius Rudolf (Nekrolog) 113.

Donders Franz Cornelius (Nekrolog) 118.

v. Gerlach Josef 125.
v. Gümbel Wilhelm 79. 341.

Haushofer Karl 3. 8. 12. 13.
Hertwig Richard 1. 175 (Wahl) 409.
Hessler Franz 153.

Lommel Eugen 317.

Meyer Oskar Emil 167.
Miller Andreas 33.

Nöther M. 175.

v. Orff Karl (Wahl) 409.

Radlkofer Ludwig 213.
vom Rath Gerhard (Nekrolog) 109.
Rüdinger Nikolaus 137.

Seeliger Hugo 19.
Sohncke Leonhard (Wahl) 409.
Steinheil Adolf 413.

v. Voit Carl 1. 109. 437.
Voit Erwin 283.
Voss Aurel 175. 283. 329 (Wahl) 409.

Sach-Register.

Anhydrit-Krystalle, künstlich hergestellte 12.
Augenblasen, Bildung der primären und sekundären bei Triton alpestris 137.
Áyurvéda des Súsrutas, Heilmittel in demselben 153.

Berührungscurven, der ebenen Curve vierter Ordnung 175.

Conjugation der Infusorien 175.

Determinanten, Satz aus der Theorie derselben 329.
Differenzirung, geschlechtliche, Ursachen derselben 1.
Doppelsterne, optische Ungleichheiten in der Bewegung derselben 19.
Druckschriften, eingelaufene 301. 439.

Eiweissbedarf, geringster, in der Nahrung 283.
Elasticität der Metalle, Einfluss der Temperatur auf dieselbe 33.
Erdbeben, in der Umgegend von Neuburg 79.

Formen, bilineare, vertauschbar mit einer bilinearen Form 283.

Gastein, geologische Bemerkungen über die warmen Quellen desselben 341.
Gebirgsmagnetismus 167.

Kalkgehalt der Knochen und Organe rhachitischer Kinder 437.
Krystallstruktur, Theorie derselben 47.

Lenzinit 13.
Lichtstärke, Curven gleicher in den Axenbildern doppelbrechender Krystalle 317.

Muskelnerven des lebenden Frosches, Einwirkung des Methylenblaus auf dieselben 125.

Nekrologe 109. 113. 118.
Notochilus, neue Scrophularineengattung 213.

Objektivconstruktion, Einfluss derselben auf die Lichtvertheilung bei zweilinsigen Systemen 413.

Resultante, reduzirte 19.

Schweinegalle, krystallisirte Säure in derselben 17.
Silikate, Verhalten derselben im Phosphorsalz 8.

Tantal und Niob, mikroscopischer Nachweis 3.
Terephtalsäure, Reduktion derselben 19.
Theophrasta 213.
Transformation, conjugirte einer bilinearen Form in sich selbst 175

Wahlen 409.

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Band XX. Jahrgang 1890.

München.
Verlag der K. Akademie.
1891.

In Commission bei G. Franz.

Uebersicht

des Inhaltes der Sitzungsberichte Bd. XX Jahrgang 1890.

Die mit * bezeichneten Abhandlungen sind in den Sitzungsberichten nicht abgedruckt.

Oeffentliche Sitzung der kgl. Akademie der Wissenschaften zur Feier des 131. Stiftungstages am 28. März 1890.

Seite

C. v. Voit: Nekrologe 381

Oeffentliche Sitzung zu Ehren Seiner Majestät des Königs und Seiner Königl. Hoheit des Prinzregenten am 15. November 1890.

Wahlen 522

Sitzung vom 4. Januar 1890.

M. v. Pettenkofer: Ueber Wirkung der Gasbeleuchtung bei Chloroformnarkose 1

Sitzung vom 1. Februar 1890.

E. Lommel: Ueber Selbstschatten einer Flamme 5

C. Lang: Die Bestrebungen Bayerns auf metereologischem Gebiete im 18. Jahrhundert 11

*A. Voss: Ueber cogrediente Transformation der bilinearen Formen in sich selbst 4

*C. M. v. Bauernfeind: Ueber das bayerische Präcisions-Nivellement 4

S. Finsterwalder: Ueber den mittleren Böschungswinkel und das wahre Areal einer topographischen Fläche 35

Sitzung vom 1. März 1890.

Seite

E. Lommel: Phosphoro-Photographie des ultrarothen Gitterspectrums 83

L. Sohncke: a) Nachträgliches zur Theorie der Luftelektricität. Eine Abwehr 89

b) Die schliessliche Dicke eines auf Wasser sich ausbreitenden Oeltropfens 93

L. Radlkofer: Ueber die Gliederung der Familie der Sapindaceen 105

Sitzung vom 3. Mai 1890.

Ad. Blümcke und S. Finsterwalder: Zur Frage der Gletschererosion 435

Sitzung vom 7. Juni 1890.

*C. v. Voit: Ueber die Resorption des Eisens und des Kalkes aus dem Darmkanale 445

*Ad. v. Baeyer: Ueber die Constitution der Dimethylbernsteinsäure 445

Sitzung vom 5. Juli 1890.

*C. M. v. Bauernfeind: Bericht über den dermaligen Stand der internationalen Bodenseeforschung etc. etc. 445

R. L. Claisen: Ueber die Einwirkung des Ameisenäthers auf Campher 445

Sitzung vom 8. November 1890.

*C. M. v. Bauernfeind: Ueber die Ergebnisse aus Beobachtungen der terrestrischen Refraction (Nachtrag) . . . 497

*H. Seeliger und J. Bauschinger: Erstes Münchener Sternverzeichniss enthaltend die mittleren Oerter von 33082 Sternen 497

H. Seeliger: Ueber die interpolatorische Darstellung einer Funktion durch eine nach Kugelfunktionen fortschreitende Reihe 499

Seite

*H. Seeliger: Ueber den Zusammenstoss und die Theilung planetarischer Massen 497

*L. Sohncke: Die Entdeckung des Eintheilungsprincips der Krystalle durch Hessel 498

Sitzung vom 6. Dezember 1890.

*E. Lommel: Berechnung von Mischfarben 513

P. Glan: Ein Spektrosaccharimeter 513

*R. Hertwig: Bericht über den Fortgang der Untersuchungen über die Flora und Fauna des Bodensees 513

Einsendungen von Druckschriften 481, 523

Sitzungsberichte
der
königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 4. Januar 1890.

Herr M. v. Pettenkofer spricht, unter Vorzeigung von Versuchen „über Wirkung der Gasbeleuchtung bei Chloroformnarkose."

Ueber Wirkung der Gasbeleuchtung bei Chloroformnarkose.

Von M. v. Pettenkofer.

(Eingelaufen 3. Februar.)

Von Chirurgen und Ophthalmologen wurde schon öfter geklagt, dass die Luft in Räumen, in welchen bei Gasbeleuchtung Operationen unter Anwendung von Chloroform gemacht werden, sehr zum Husten zwingt, die Augen reizt und sie zum Thränen bringt, so dass der Kranke, der Arzt und die Zuschauer dadurch sehr belästigt werden. In grösseren Operationsräumen tritt dieser Uebelstand weniger als in kleineren hervor, wie sie namentlich in neuerer Zeit öfter gebraucht werden, wenn es auf ein streng aseptisches Verfahren ankommt. Eversbusch, Professor der Augenheilkunde in Erlangen, theilt mit,[1]) dass in einem mit Gas

1) Münchener Mediz. Wochenschrift 1889. S. 212.

beleuchteten Operationszimmer, mit cementirten und mit Emailfarbe gestrichenen Wänden, in welchem bei geschlossenen Fenstern und Thüren aus einer sogenannten Chloroformmaske eine grössere Menge Chloroform verdampfte, schon nach wenigen Minuten der Aufenthalt ein unerträglicher gewesen sei, dass sich neben Brennen in den Augen ein starker Husten und Brechreiz eingestellt habe. Bei Operationen in dem 6—7 mal grösseren Hörsaale sei die Wirkung eine ähnliche, wenn auch viel schwächere gewesen.

Aus diesen Thatsachen hat man bereits den Schluss gezogen, dass alle Räume, in welchen Chloroform behufs der Narkose zur Anwendung kommt, mit elektrischer Beleuchtung (Glühlicht) zu versehen seien.

Da diess von praktischer Bedeutung ist, liess ich im hygienischen Institute einige Versuche anstellen, welche ein sehr bestimmtes Resultat ergeben haben, aus welchem hervorgeht, dass in solchen Räumen auch die Gasbeleuchtung gefahrlos und unschädlich gemacht werden kann.

Fragt man sich zunächst, wovon die Luftverderbniss herrührt, so kann man schon im Voraus und aus den Symptomen schliessen, dass sie nur von Zersetzungsprodukten des Chloroforms kommen kann. Das Chloroform besteht zu mehr als 93 Prozent aus Chlor. Die Formel desselben ist $CHCl'_3$, es kann in 1 Aequivalent Kohlenstoff (C.), 1 Aequivalent Salzsäure (HCl) und 2 Aequivalente Chlor (Cl_2) zerfallen, und scheint auch im Wesentlichen in der Hitze einer brennenden Flamme in dieser Weise zu zerfallen.

(Redner zeigt eine Vorrichtung, in welcher eine Kerzenflamme in einem Glascylinder brennt. Die Luft, welche zum Brennen der Flamme dient, strömt durch einen Schlauch unten ein. Die Kerzenflamme brennt ganz ruhig und hell. wie in freier Luft. Sobald man aber unten am Schlauche, oder auch nur in der Nähe desselben etwas Chloroform verdunsten lässt, fängt die Kerzenflamme stark zu

russen an. Die oben am Glascylinder entweichende heisse Luft röthet befeuchtetes blaues Lakmuspapier und bläut Schönbein'sches Ozonpapier sehr stark.

Lässt man wieder chloroformfreie Luft über die Flamme gehen, so hört das Russen sofort auf, und wird Lakmus- und Ozonpapier nicht mehr verändert).

Aus diesen Erscheinungen darf man schliessen, dass der Chloroformdampf in der Flamme sich zu Kohle, Salzsäure und Chlor zersetzt. Es ist aber noch die Frage, ob dabei nicht auch Chlorkohlenoxyd, Phosgengas, entsteht?

Ueber die quantitativen Verhältnisse, in welchen die genannten Stoffe in der Luft auftreten, sind Versuche im Gange, die später der math.-physik. Klasse mitgetheilt werden sollen.

Die Gasflamme wirkt ebenso wie eine Kerzenflamme. Wenn man die Luft in einem Raume, in welchem Gas gebrannt und Chloroform verdunstet wird, von den schädlichen und höchst lästigen Zersetzungsprodukten des letzteren frei halten will, dann müssen die Verbrennungsgase der Flamme in's Freie oder nach einem Kamine geführt werden, ohne dass sie in die Luft des geschlossenen Raumes übergehen können. In einem kleinen Zimmer des hygienischen Institutes ist ein mit Gas gespeister Argandbrenner so eingerichtet, dass auf dem Glascylinder desselben eine Blechröhre ansteht, die bis zur Decke geht und von da in einen Kamin mündet. In diesem Zimmer darf man so lange man will und so viel man will Chloroform bei der Gasbeleuchtung verdampfen, die Luft reizt nie zum Husten, färbt blaues Lakmuspapier nie roth und Ozonpapier nie blau, was erst erfolgt, wenn man den Argandbrenner von der darüber stehenden Rohrleitung entfernt, und die Verbrennungsgase nicht mehr in den Kamin, sondern in die Zimmerluft entweichen.

Sitzung vom 1. Februar 1899.

1. Herr E. Lommel macht eine Mittheilung: „über Selbstschatten einer Flamme."

2. Herr H. Seeliger legt eine Studie des Direktors der meteorologischen Centralstation, Herrn Dr. Lang: „die Bestrebungen Bayerns auf meteorologischem Gebiete im 18. Jahrhundert" vor.

3. Herr A. Voss hält einen Vortrag: „über cogrediente Transformation der bilinearen Formen in sich selbst." Die Abhandlung wird in den Denkschriften erscheinen.

4. Herr C. M. v. Bauernfeind überreicht die 8. Mittheilung „über das bayerische Präcisions-Nivellement." Die Arbeit wird in die Denkschriften aufgenommen werden.

5. Herr K. v. Orff bringt eine Abhandlung des Herrn Dr. S. Finsterwalder, Privatdozenten der Mathematik an der technischen Hochschule dahier „über den mittleren Böschungswinkel und das wahre Areal einer topographischen Fläche" in Vorlage.

Selbstschatten einer Flamme.

Von E. Lommel.

(Eingelaufen 1. Februar.)

Stellt man der Schmalseite der Flamme eines Flachbrenners ein weisses Papierblatt gegenüber, so gewahrt man auf der erleuchteten Papierfläche einen schmalen dunkleren Schatten der Flamme, sowohl wenn man das Papier von der Vorderseite im diffus reflectirten als von der Hinterseite im durchscheinenden Lichte betrachtet. Besonders deutlich zeigen sich die Schatten der beiden Schmalseiten auf der Aussenfläche der Milchglaskugeln, mit welchen man solche Flammen häufig umgibt, und lassen, ohne dass man die Flamme selbst sieht, deren Orientirung innerhalb der Kugel sofort erkennen.

Diese Schatten erscheinen auf den ersten Blick befremdend, da man ja weiss, dass die Flamme auf ihrer Schmalseite eine grössere Leuchtkraft besitzt, d. h. durch die Flächeneinheit mehr Licht ausstrahlt, als auf ihrer Breitseite, und zudem mit ihrer schmalen Fläche der Milchglaskugel näher steht als mit der breiten. Besitzt das Milchglas einen gewissen Grad von Durchsichtigkeit, so sieht man infolge ihrer grösseren Leuchtkraft die schmale Seite der Flamme mit röthlichem Lichte inmitten des Schattens durchscheinen, während von der Breitseite her die Flamme unsichtbar bleibt.

Die hiemit gemachte Wahrnehmung, dass die flache Flamme mit ihrer stärker leuchtenden aber an Flächeninhalt kleineren Schmalseite auf einer dargebotenen Fläche eine geringere Erleuchtung hervorbringt als mit ihrer schwächer leuchtenden aber grösseren Breitseite, erklärt sich leicht aus den Principien der Photometrie, wie ich dieselben bei einer früheren Gelegenheit dargelegt habe[1]).

Bezeichnet nämlich C eine Constante, K das Absorptionsvermögen eines leuchtenden Gases oder überhaupt eines durchsichtigen selbstleuchtenden Körpers, und R die Dicke der von parallelen Ebenen begrenzten strahlenden Schicht, so ist

$$L = d\varphi \cdot C \cdot \cos\varepsilon \left(1 - e^{-K\frac{R}{\cos\varepsilon}}\right)$$

die von dem Elemente $d\varphi$ der Oberfläche unter dem Emanationswinkel ε ausstrahlende Lichtmenge.

Was hier „Absorption" genannt wird, umfasst nicht blos die eigentliche Absorption des durchsichtigen Körpers (Gases), sondern auch die Schwächung, welche das Licht durch die Gegenwart fester Körpertheilchen (in der Flamme schwebender Russtheilchen) erfährt, welche nach demselben Gesetze stattfindet wie die eigentliche Absorption. Bezeichnet in diesem Sinne k das Absorptionsvermögen der festen Substanz, k' dasjenige des Gases selbst, und füllt jene den Bruchtheil α, diese also den Bruchtheil $1 - \alpha$ der Volumeneinheit aus, so ist

$$K = \alpha k + (1 - \alpha) k',$$

wofür wir aber der Kürze wegen die Bezeichnung K beibehalten.

Der obige Ausdruck für L zeigt zunächst, dass die von einem Oberflächenelement $(d\varphi)$ ausstrahlende Lichtmenge wächst mit der Dicke der leuchtenden Schicht, und daher für die Schmalseite der Flamme grösser sein muss als für die breite Seite.

---

1) Lommel, Wied. Ann. 10. p. 455. 1880.

Wir nehmen nun an, die Flamme habe die Gestalt eines Parallelepipeds von der Höhe a, Breite b und Dicke c, wo c kleiner als b ist, und berechnen die Lichtmengen, welche die breitere Seitenfläche ab und die schmale Seitenfläche ac einem Flächenelement df senkrecht zustrahlen, das von der Flamme so weit entfernt sei, dass die vorkommenden Emanationswinkel hinreichend klein sind, um 1 statt $\cos \varepsilon$ setzen zu können. Diese Lichtmengen sind, da im ersten Falle c, im zweiten b die Tiefe der strahlenden Schicht ist, beziehungsweise

$$df \cdot C \cdot ab\left(1 - e^{-Kc}\right) \text{ und } df \cdot C \cdot ac\left(1 - e^{-Kb}\right).$$

Die Erleuchtungen von der Breitseite und von der Schmalseite aus verhalten sich daher zu einander

$$\text{wie } \frac{1 - e^{-Kc}}{Kc} \text{ zu } \frac{1 - e^{-Kb}}{Kb}.$$

Da nun die Function

$$\frac{1 - e^{-x}}{x}$$

mit wachsendem x fortwährend abnimmt, so erkennt man, da $b > c$ ist, dass die von der schmalen Seite der Flamme dem Flächentheilchen df gespendete Erleuchtung geringer ist als die von der breiten Seite, und folglich nach der ersteren Richtung eine Beschattung sich zeigen muss, wie sie in den mitgetheilten Beobachtungen in der That wahrgenommen wird.

Nimmt man, wie gewöhnlich geschieht, das Absorptionsvermögen K der Flamme so klein an, dass die zweite und die höheren Potenzen von $KR/\cos \varepsilon$ in der Entwickelung von

$$1 - e^{K \frac{R}{\cos \varepsilon}}$$

vernachlässigt werden können, so ergibt sich die von einem Element $d\varphi$ der Oberfläche der Flamme ausstrahlende Lichtmenge

$$L = d\varphi \cdot CKR$$

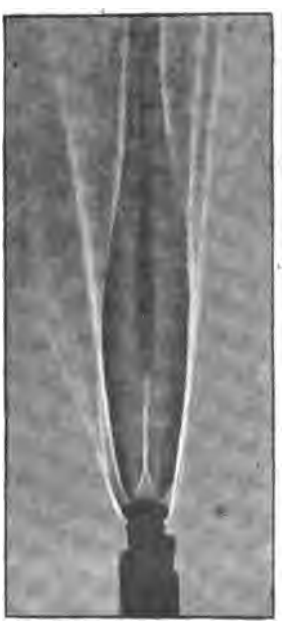
unabhängig vom Emanationswinkel und der Dicke der Schicht proportional. Unter dieser Voraussetzung wird das obige Verhältniss 1 : 1, d. h. die von der breiten und der schmalen Seite der Flamme hervorgebrachten Erleuchtungen müssten einander gleich sein, indem bei letzterer der geringere Flächeninhalt durch die höhere Leuchtkraft gerade ausgeglichen würde. Das Vorhandensein des Schattens, oder die geringere Erleuchtung von der Schmalseite her beweist, dass für wirkliche Flammen jene Annäherung nicht genügt, sondern der vollständige Ausdruck für L beibehalten oder doch die Reihenentwickelung mindestens bis zur zweiten Potenz des Absorptionsvermögens geführt werden muss. Auch ergibt sich aus den gemachten Wahrnehmungen, dass es bei photometrischer Bestimmung des Beleuchtungswerthes durchaus nicht gleichgiltig ist, ob man die Breitseite oder die Schmalseite der Flamme wirken lässt.

Es sind offenbar die in der Flamme schwebenden glühenden Russtheilchen, welche das eigene Licht der Flamme am Durchgange hindern, und nach der Schmalseite hin, in welcher Richtung die Strahlen eine dickere Schicht derselben zu durchlaufen haben, eine stärkere Verminderung der Beleuchtung, einen Schatten, bewirken. Die Bezeichnung „Selbstschatten einer Flamme“ erscheint hiedurch gerechtfertigt. Es versteht sich von selbst, dass auch das Licht einer zweiten Flamme oder irgend einer fremden Lichtquelle dieselbe Einwirkung erleidet, und von der Schmalseite her auf die Flamme treffend einen dunkleren Schatten derselben entwirft als von der Breitseite her.

Der Selbstschatten der Flamme erscheint natürlich verschwommen und ohne deutliche Umrisse, da er von einer

ausgedehnten Lichtquelle mit unzählig vielen leuchtenden Punkten herrührt.

Ein scharfes Schattenbild der Flamme erhält man auf einem weissen Schirm, wenn man dieselbe mit Sonnenlicht beleuchtet, das von dem Brennpunkt einer Linse ausstrahlt. Ist die Schmalseite der flachen Flamme dem Lichtpunkt zugekehrt, so zeigt das Schattenbild das in der beigegebenen Figur (Abdruck einer photographischen Aufnahme des auf einem Schirm entworfenen Flammenschattens) dargestellte bemerkenswerthe Aussehen. Das aus dem Schnitt des Brenners kommende kalte noch nicht brennende und von Russtheilchen freie Gas ist durchsichtig und erscheint daher im Bilde hell, inmitten eines dunkleren Raumes, der sich über dem Brenner bis zur Spitze des Flammenbildes erstreckt. Dieser Raum wird nach beiden Seiten hin allmälig dunkler, und ist aussen durch einen hellen Saum, der beträchtlich heller ist als der direct beleuchtete Grund des Papierschirms, scharf begrenzt. Der dunkelste Theil des Bildes aber ist der Schatten des starkleuchtenden oberen Theiles der Flamme, welcher sich über dem hellen Gasstrom in Gestalt einer spitzen Zunge bis zum Gipfel der Flamme erhebt. Diese Zunge ist bräunlich gefärbt, wie das Licht, welches durch eine dünne Russschicht oder durch eine Rauchwolke gegangen ist. Der vorhin erwähnte dunkle Raum dagegen, in dessen Axe die Zunge schwebt, zeigt diese bräun-



liche Färbung nicht, sondern erscheint im Contraste damit eher etwas bläulich, woraus ersichtlich ist, dass er nicht durch Einwirkung von Russtheilchen auf das durchgehende Licht entsteht, und demnach nicht als Schatten der leuchtenden Theile der Flamme anzusehen ist. Er entsteht vielmehr durch Lichtbrechung in dem heissen aufsteigenden Strom der Verbrennungsgase, welcher die Flamme umgibt. Dieser wirkt nämlich wie eine mit schwächer brechender Substanz erfüllte Convexlinse, also wie eine Zerstreuungslinse. Indem hiedurch die Strahlen nach aussen gelenkt werden und sich dort den an der Flamme vorbeigehenden directen Strahlen hinzufügen, entsteht der helle Saum, und innen der dunkle Raum, in dessen Mitte der eigentliche Flammenschatten, die dunkle bräunliche Zunge, erscheint. Durch jede concave Glaslinse, welche man vor einem weissen Schirme in die Sonnenstrahlen hält, kann man diese Erscheinung, einen hell umsäumten dunklen Raum, leicht nachahmen. Zu dem hellen Saume des Flammenschattens tragen übrigens vielleicht auch Strahlen bei, welche an dem Umfang des heissen Luftstroms vorbeistreifend totale Reflexion erleiden.

Beleuchtet man mit intermittirendem Licht, indem man den Brennpunkt auf die Löcherreihe am Rande einer rotirenden Scheibe fallen lässt, so sieht man ausserhalb des hellen Saumes in der umgebenden Luft zierliche Wellen emporsteigen, welche über der Spitze der Flamme, von beiden Seiten sich begegnend, durcheinander wirbeln. Das Innere des Schattenbildes dagegen erscheint ruhig und frei von Wellenbewegung.

Die Bestrebungen Bayerns auf meteorologischem Gebiet im 18. Jahrhundert.

Eine Studie von C. Lang.

(*Eingelaufen 1. Februar 1890.*)

Die Wissenschaft, welche man im heutigen Sinne Meteorologie nennt, ist zwar nicht in allen ihren Theilen so neuen Datums wie die Thermodynamik der Atmosphäre, deren Aufbau erst jenem der mechanischen Wärmetheorie folgen konnte, aber sie reicht doch auch in ihren übrigen Kapiteln nicht sehr weit zurück.

Noch über die zweite Hälfte des vorigen Jahrhunderts hinaus hatte man ausser einigen ganz allgemein gehaltenen Andeutungen über die Wärmeverhältnisse des Erdkörpers, wie sie Albertus Magnus, weiland Bischof zu Regensburg, schilderte, ausser den Beziehungen zwischen Windrichtung und Regenhäufigkeit von Giraldus Cambrensis, einer noch unvollkommenen Theorie der Passatwinde von Hadley, sowie einer Anzahl von qualitativen Witterungs-Chroniken nicht Viel, was mit wissenschaftlicher Meteorologie zusammenhinge. Dass dagegen trotzdem die Wetterprophezeiungen blühten, welche auf Grund des astrologischen Wahnes und des hundertjährigen Kalenders, welch' letzterer selbst ein bayerisches Geistesprodukt ist, ausgestellt wurden, erwähne ich hier nur nebenher, ebenso wie die weitere Thatsache, dass man Otto v. Guerike nachfolgend, bereits seit 1660 das,

übrigens noch nicht sehr verbreitete Barometer als Wetterglas benützte.

Von sonstigen meteorologischen Instrumenten bestand seit der Mitte des siebenzehnten Jahrhunderts der Regenmesser, dessen Construction von der Florentiner Academie ausging und ein aus der ungefähr gleichen Zeit stammendes, nur qualitative Angaben lieferndes Hygrometer, das man Ferdinand II. von Toscana zuschreibt, sowie endlich, nach dem Vorgange etlicher bedingungsweise benützbarer Thermometer-Constructionen, so jener Galilei's und der Florentiner Academie, seit dem Jahre 1724 das mit Fixpunkten versehene Thermometer von Fahrenheit, welches jedoch schon 50 Jahre später dem Réaumur'schen fast ausschliesslich weichen musste.

Schon mehr als 20 Jahre vor der Einführung des Fahrenheit'schen Thermometers hat man regelmässige instrumentelle Aufzeichnungen an einzelnen Orten, so z. B. in Berlin, Halle, Königsberg und Nürnberg, nämlich 1700 beziehungsweise 1695 begonnen, und bereits im Jahre 1701, d. h. alsbald nach dem ersten Auftreten meteorologischer Stationen in Deutschland betonte Hamberger in Jena, dass die Witterungskunde nur durch gleichzeitige Beobachtungen an mehreren Orten gefördert werden könne, eine Ueberzeugung, die durch die Publication des Specimen Meteorologiae Parallelae des Ulmer Professors Allgöwer 1710 in weitere Kreise getragen wurde.

Trotzdem aber blieb dieselbe doch noch sehr lange Zeit von rein academischer Bedeutung; ebenso wie die interessanten Bestrebungen Böckmann's, in dem Grossherzogthum Baden damaligen Umfanges ein Netz von meteorologischen Stationen nach einheitlichem Muster einzurichten, nicht zum gewünschten Ziele führten.

Aber dennoch hatten diese zwei letztbenannten Bestrebungen gezeigt, dass man die Schwierigkeit und erforder-

liche Gestaltung eines meteorologischen Forschungsplanes richtig zu beurtheilen begann, und gaben vielleicht die Anregung zu einem grossartigeren und von Erfolg begleiteten Unternehmen, von welchem wir nachfolgend zu sprechen haben werden.

Bis zum Ende der siebziger Jahre des vorigen Jahrhunderts konnte also im Allgemeinen überhaupt kaum von einer wissenschaftlichen Meteorologie die Rede sein und hat sich auch Bayern bis dahin in nicht sehr erheblicher Weise am Herbeischaffen von Bausteinen betheiligt, wenn auch aus unserem Gebiete einzelne Orte genannt werden können, an welchen schon vor 1780 beobachtet wurde, und von welchen mehr oder minder ausführliche Wetter-Chroniken vorhanden sein sollen:

Ansbach	1770— ?	J. G. Rabe
Bamberg	?	M. J. Jacobs (nach Ellner)
Bayreuth	1728—29	P. C. Wagner
Erlangen	1764—(1816)	G. F. Hildebrandt
Ingolstadt	1771—(1797)	H. Steiglehner
Mannheim	1779—1780 u. ff.	Hauptmann Denis
München	1735— ?	J. Falk
	1761— ?	Oberst Klingenberg, Cadettencorps
Nürnberg	1695—1700	Eimmart
	1719—1728	J. L. und J. K. Rost
	1732—1743	Doppelmayer
	1770—1772	Anonym
Regensburg	1717— ?	Kanold
	1773—1780 u. ff.	Steiglehner, Heinrich
Weissenburg a/S.	1740— ?	J. A. Döderlein
Würzburg	1765—1769	F. Huberti.

Dass an allen diesen Stationen, die übrigens damals noch nicht alle zur Wittelsbacher Herrschaft gehörten, und die unter sich in keinerlei Zusammenhange standen, auch keine Einheit in der Beobachtungs- und Aufzeichnungsmethode existirte, ist wohl selbstredend, und damit spricht sich vom heutigen Standpunkte aus auch das Urtheil über

ihre Verwendbarkeit im Allgemeinen aus. Es würde sich deren Benutzung also auf einzelne qualitative oder blos zählende Aufzeichnungen zum Studium säcularer Perioden reduciren, und auch da müsste man die grösste Vorsicht walten lassen. Die Meteorologie ist ja bei ihren meisten Fragen nicht, wie viele andere Naturwissenschaften in der glücklichen Lage, dass sie von einem einzelnen Forscher durch Untersuchungen im Observatorium oder Laboratorium gefördert werden kann, sondern sie bedarf einer grossen Anzahl von Beobachtern, die an vielen Punkten vertheilt, aber durch ein gemeinsames Band vereinigt sind, also nach genau festgestelltem Arbeits-Plane aufzeichnen.

Aehnliche Gedanken waren es schon bei Hamberger, Allgöwer und Böckmann, aber es glückte ihnen bei dem verhältnissmässig beschränkten Einflusse des Privatmannes nicht, dieselben zum Nutzen der Wissenschaft zu verwirklichen. Dagegen gelang es, den Churfürsten aus dem Hause Wittelsbach Carl Theodor, welcher seit 1777 Churpfalz und Bayern durch Personal-Union unter seinem Scepter vereinigte, für solche Gedanken zu gewinnen und die weitgehenden Pläne bis zu einem gewissen Grade zu verwirklichen, welche die der Mannheimer Academie angeschlossene meteorologische Gesellschaft hegte.

Dieses grosse und, von den Bestrebungen der Florentiner Academie sowie jener Böckmanns auf beschränkterem Gebiete abgesehen, bis dahin völlig neue Vorhaben dieser Societas Palatina ging dahin, „an wissenschaftliche Institutionen auf der ganzen Erde einerlei und genau verificirte Instrumente zu vertheilen, um durch Vermittlung und unter Aufsicht derselben regelmässige, und nach demselben Plane angestellte meteorologische Beobachtungen zu erhalten, diese im Museum zu Mannheim zu concentriren und durch möglichst umfangreiche Veröffentlichung derselben und der zunächst daraus abgeleiteten Resultate die Kenntniss der

meteorologischen Erscheinungen, die bis dahin fast nur von localen Gesichtspunkten erfasst worden waren, in ganz neuer Weise zu fördern."

Der geistliche Rath und Director des Physikalischen Museums Johann Jacob Hemmer ward an die Spitze des Unternehmens gestellt, und man muss zugeben, dass dieser Mann mit so hervorragendem organisatorischem Talente ausgestattet war, dass die Einrichtung des Mannheimer Stationsnetzes im Grossen und Ganzen auch in unseren Tagen noch als nachahmenswerthes Muster für derartige Bestrebungen gelten muss.

Er trat mit gelehrten Gesellschaften, Ordens-Vorständen und angesehenen Privaten, darunter solchen, die bereits vordem Beobachtungen angestellt hatten, in Verhandlung rücksichtlich des Anschlusses an die Mannheimer Gesellschaft, so z. B. mit Cotte in Montmorenci oder Toaldo in Padua, und bald ermöglichten es die einlaufenden Zustimmungsschreiben, wohl geprüfte Instrumente an eine grössere Anzahl in- und ausländischer Stationen abzusenden.

Die, übrigens nicht allenthalben zum Gebrauch gelangte, volle Ausrüstung einer Station bestand aus einem in Pariser Linien getheilten Barometer sammt einem zugehörigen Réaumurschen Reductionsthermometer, einem zweiten vor dem Fenster zu befestigenden Thermometer, das, ohne weiteres Schutz-Gehäuse, zur Bestimmung der Lufttemperatur diente, einem, jedoch nur qualitative Angaben liefernden Federkiel-Hygrometer nach De Luc, Regen- und Verdunstungs-Messer, Anemoskop, Elektroskop und einem magnetischen Declinatorium.

Ausser diesen messenden Aufzeichnungen sollten noch die Bedeckung des Himmels nach 6 Theilen oder Graden geschätzt, die Art und Zeit der Niederschläge und sonstiger Witterungserscheinungen, auch wenn solche ausser den regelmässigen Beobachtungs-Terminen stattfanden, notirt, und die Stärke des Windes nach 5 Graden geschätzt werden. Inte-

ressant ist es, dass für die Bezeichnung der Hydrometeore schon damals ähnliche Zeichen wie jetzt gebraucht waren, und dass Hemmer im Hinblicke auf die bessere Uebersichtlichkeit stricte auf deren Verwendung bestand.

An Flüssen liegende Orte sollten ferner noch die Pegelstände des Flusses und die Küsten-Stationen die Höhe der Meeresfluth beobachten. Der ersten Einsendung an die Centrale sollte eine genaue Beschreibung des Stationsortes und der Instrumentenaufstellung beigelegt werden. Die volle Einheit nach Zahl, Zeit und Methode der Beobachtungen an sämmtlichen Stationen wurde durch eine genaue und ganz vorzügliche Beobachterinstruction, welche dem Einladungsschreiben beigelegt war, hergestellt, und gingen, zur Wahrung auch der formellen Einheitlichkeit in den Aufschreibungen Tabellenformularien an die Stationen hinaus.

Als Beobachtungszeiten für sämmtliche Witterungselemente, mit Ausnahme von Niederschlags- und Verdunstungs-Menge, die nur einmal täglich, nämlich um 2 Uhr Nachmittags abgelesen wurden, waren die Stunden 7 Uhr Morgens sowie 2 Uhr und 9 Uhr Nachmittags angesetzt. Ob die Auswahl dieser Beobachtungszeiten, die mit einem doppelten Uebergewicht der Abend-Ablesung für die Mittelbildung versehen, bei dem Klima Mitteleuropa's nahezu wahre Tagesmittel der Temperatur geben, schon unter Benützung der Kenntniss der täglichen Temperaturperiode getroffen wurde, ist mir nicht bekannt. Es ist Letzteres jedoch nicht unmöglich, da Toaldo und Chiminello bereits 1778 begonnen hatten, stündliche Temperatur-Aufzeichnungen zu machen.

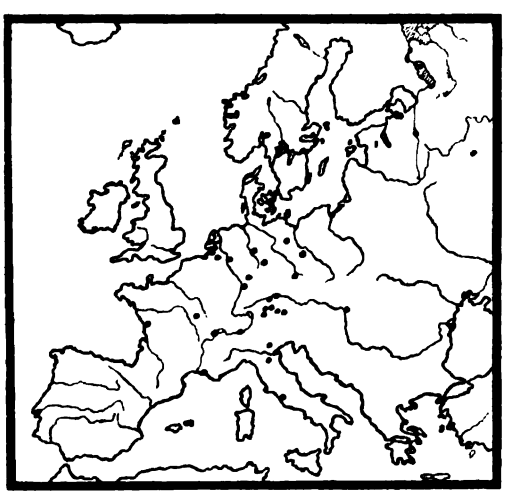
In weiteren Kreisen konnte dagegen die Tagescurve des Temperaturganges noch nicht bekannt sein, da Böckmann bei seinem vorhin besagten Unternehmen gemeint hatte, „eine viertel oder halbe Stunde mache hierin noch keinen grossen Unterschied“ und fast noch ein halbes Jahrhundert später es noch Munke für ziemlich gleichgültig hielt, „ob die Auf-

zeichnung täglich einmal oder etliche Male und an welchen Stunden sie geschieht."

Dass den Mitgliedern der Societas Palatina die Bedeutung ihrer Stundenauswahl selbst nicht vollkommen klar stand, möchte daraus zu entnehmen sein, dass sie vorbenanntes Uebergewicht bei der Mittelbildung auch selbst nicht anwandten.

Die Einladung zur Betheiligung an diesem in Rede stehenden grossartigen Beobachtungs-Unternehmen war an 57 Orte abgegangen und liefen schon im ersten Jahre 1781 Beobachtungsresultate von ungefähr 20 Stationen ein, deren Zahl sich in den folgenden Jahren auf 37 erhöhte. Diese Stationen sind, soweit sie europäischem Gebiete angehören, unten dargestellt; ausser in Europa entstanden noch Stationen zu Godthaab in Grönland sowie Bradfort und Cambridge in Nord-Amerika.

Stationsnetz der Mannheimer Academie 1781—92



Die Beobachtungen kamen in voller Ausführlichkeit zur Veröffentlichung, von einzelnen Stationen ausserdem noch eine Zusammenstellung der Monatsmittel, der extremen Werthe

und dergl., und sammelte sich hiedurch in den Jahren 1781 bis 1792 ein höchst beträchtliches Beobachtungsmaterial an, das in 12 grossen Quartbänden unter dem Titel „Ephemerides societatis meteorologicae Palatinae" veröffentlicht worden ist, welche auch eine Anzahl meteorologischer Abhandlungen so von Steiglehner, Hemmer, König u. A. enthalten.

Die Mannheimer meteorologische Gesellschaft bildete einen entschiedenen und entscheidenden Wendepunkt in der Geschichte der Meteorologie, ja man könnte sagen: erst durch sie ist das Entstehen wissenschaftlicher Arbeiten auf meteorologischem Gebiete möglich geworden; denn erst sie hat ein Material geboten, das verhältnissmässig frei von beschränkten Localanschauungen ist.

Dieses in den Mannheimer Ephemeriden niedergelegte Beobachtungsmaterial wurde auch ziemlich bald schon zu wissenschaftlicher Verarbeitung beigezogen. Es bot die Grundlage zu den ersten Isothermenkarten, welche 1817 A. v. Humboldt entwarf, auf dasselbe recurrirt 1816 Brandes bei seinen ersten synoptischen Bestrebungen; J. Schön leitete zu seiner 1818 erschienenen Witterungskunde Mittelwerthe aus demselben ab, desgleichen später noch Kämtz zu seinem classischen Lehrbuche der Meteorologie.

Wenn man nun auch der Mannheimer Gesellschaft, die von dem Wittelsbacher Churfürsten Carl Theodor begründet und für die damaligen Verhältnisse pecuniär nennenswerth unterstützt wurde, unbedingt das Verdienst einräumen muss, dass sie bahnbrechend auftrat für die meteorologische Forschung, so könnte man heutigen Tages doch wohl nicht mehr mit Dove dafür sprechen, dass von einer wissenschaftlichen Gesellschaft eine erschöpfende Ausbeutung des in den Mannheimer Ephemeriden aufgespeicherten Materiales ins Werk gesetzt werde.

Das Letztere hat nämlich zwar den Anforderungen recht wohl entsprochen, welche man bei Erstlingsuntersuchungen

stellen kann, aber es entspricht nicht mehr, sobald es sich darum handelt, mehr ins Detail zu gehen wie ich vor sieben Jahren schon bei der Darstellung des Klimas von München nachgewiesen habe.

Das soll jedoch keinen Vorwurf bedeuten; denn eine so ins Einzelne gehende Controle der Stationen, wie diess zu solchem Zwecke nöthig wäre, war für die Mannheimer Herren wegen der Ausdehnung und Weitmaschigkeit des Stationsnetzes und wegen der damaligen Schwierigkeiten des Verkehrs nicht möglich.

Nach der Karte auf Seite 17 umfasste das Mannheimer Unternehmen Europa vom mittleren Norwegen bis zum Mittelmeere, und von der französischen Küste bis zum Ural hin, während England, vielleicht aus ähnlicher Zähigkeit, mit der es jetzt noch von dem metrischen Maasssystem sich fernhält, den Anschluss an das Stationsnetz versagte. Aber selbst dieses grosse Gebiet genügte Hemmer und seinem Mäcenas, dem seine Mitwelt das Prädicat „Musagetes" beilegte, noch nicht, sondern ihr Bestreben ging dahin, allmählich die ganze Erde mit dem Stationsnetze zu umspannen.

So weitgehende Pläne waren indessen für die damalige, an Verkehrsmitteln so arme Zeit noch nicht durchführbar, wenn man auch den Unternehmern vollkommen zugestehen muss, dass sie von Sonderrücksichten frei, ihre Kräfte im Allgemeinen nicht zersplittert haben, sondern an dem ursprünglichen Plane unentwegt festhielten.

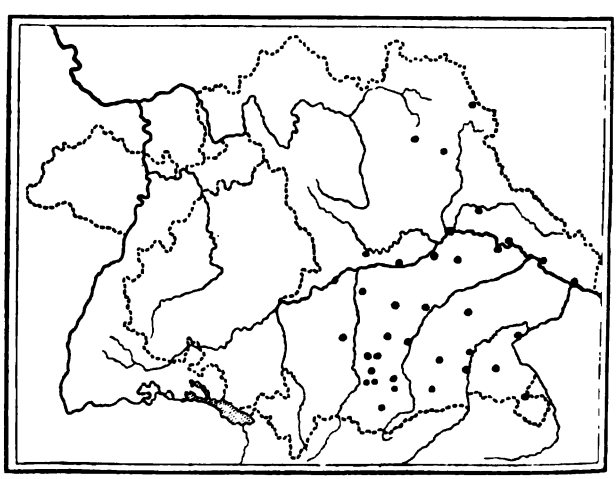
Dass man mit Letzterem keine Detailstudien anstellen könne, entging ihnen nemlich sicher nicht, aber da diess von ihnen auch nicht beabsichtigt war, so wiesen sie mit grosser Consequenz vielfache Bitten um kostenfreie Ueberlassung von Instrumenten ab, wenn der betreffende Ort einen Pleonasmus für den Organisations-Plan gebracht hätte.

Aus ähnlichen Gründen wurde z. B. das Anerbieten des Markgrafen Christian Friedrich von Ansbach abgelehnt, die

Beobachtungen, welche er an den Stationen seines Landes unter Rabe's Leitung anstellen liess, in die Mannheimer Ephemeriden aufzunehmen. Vielmehr wurde diesem Fürsten eine besondere Publication seines Unternehmens angerathen, wozu es jedoch nicht kam, und Carl Theodor hat durch ähnliche Bestrebungen in Churbayern nachgewiesen, dass er Detailstudien zwar keineswegs für überflüssig erachtete, aber mit Hemmer daran festhielt, dass solche ausser und neben der Mannheimer Gesellschaft bestehen sollten.

Carl Theodor hat daher durch die Münchener Academie für Churbayern ein Beobachtungssystem ausarbeiten lassen, bei dem eine grosse Anzahl von Stationen ins Leben treten sollte, und wurde der Academiker und geistliche Rath Franz Xaver Epp an die Spitze der Organisation gestellt. Derselbe wandte sich zur Gewinnung von Beobachtern vorzugsweise an Klöster und sonstige clericale Corporationen, von welchen ja zumal die ersteren im Allgemeinen besonders für meteorologische Beobachtungen geeignet sind.

Stationsnetz der churbayerischen Academie 1781—89



Es traten von den 36 Stationen 21 thatsächlich ins Leben, und beobachteten, zum Theil bis zur Neige des Jahrhunderts, ungefähr nach dem Muster der Mannheimer Beobachterinstruction. Auch in Churbayern wurden Instrumente unentgeltlich vertheilt, welche nach dem Vorbilde der Mannheimer zumeist von Brander in Augsburg verfertigt worden waren, und ebenso wie in Mannheim gelangten auch die bayerischen Beobachtungen unter dem Titel „Meteorologische Ephemeriden" durch die Münchener Academie zur Veröffentlichung. In dem ersten Bande derselben für 1781 ist der Zweck der speciell bayerischen Bestrebungen folgendermassen ausgesprochen:

„Die Anzahl der Herren Observatoren, welche die churfürstliche Academie zu Wetterbeobachtungen aufgefordert hat, ist gross genug und die Lage der bestimmten Orte geschickt genug, um die angenehme Hoffnung zu machen, dass Bayern nach Verlauf gewisser Jahre nebst zuverlässigen Witterungsregeln auch eine genauere Kenntniss seines Klimas erhalten werde. Und dahin, nicht weiter, geht die Absicht der churfürstlichen Academie. Sie setzt zu Grenzen ihres Unternehmens die Grenzen des Landes, d. i. Ober- und Niederbayerns sammt der oberen Pfalz."

Wenn ich vorhin sagte, dass die bayerischen Beobachtungen ebenso wie jene der Societas Palatina veröffentlicht wurden, so bezieht sich diess nur auf die Thatsache der Veröffentlichung selbst, während die Art der churbayerischen Publication sich nennenswerth von der Mannheimer unterscheidet. Man sah nemlich, wohl aus pecuniären Gründen, vor Allem davon ab, die Beobachtungen in extenso zu veröffentlichen, und führte diess erst beim letzten Jahrgange 1789 für Regensburg durch, woselbst jedoch von der Palatina abweichende Beobachtungszeiten gewählt waren, was auf minder stramme Disciplin in dem churbayerischen Beobachtungsnetze schliessen lässt.

Auch die Art der Mittelbildung wurde nicht präcis formulirt. Bei der Besprechung der Wärmeverhältnisse des Jahres 1781 bildet Epp (S. 28) selbst in ganz falscher Weise das Jahresmittel der Temperatur für München als die halbe Summe des beobachteten höchsten und tiefsten Thermometerstandes und thatsächlich scheint es, als ob bis zum letzten Jahrgange hin alle Mittel derart berechnet und demnach überhaupt nicht verwendbar seien.

Man hat sich, diesen Eindruck gewinnt man beim Durchblättern der churbayerischen Ephemeriden, in München zwar rücksichtlich der Verarbeitung der Originalaufzeichnungen viele Mühe gegeben, aber dabei mehrfach Methoden angewandt, die in der Folge als fehlerhaft erkannt, also verlassen wurden. Dadurch kommt es auch, dass in Ermangelung der ausführlichen Veröffentlichung für spätere Verarbeitung die Möglichkeit nicht mehr geboten war, und daher die ausserhalb der Palatina stehenden, speciell churbayerischen Beobachtungen keinerlei Verwendung gefunden haben oder überhaupt finden konnten.

Dieses nach der organisatorischen Seite hin absprechende Urtheil, das man vom heutigen Standpunkte aus fällen muss, mag übrigens nicht mit einem Vorwurf für die Münchener Academiker gleichbedeutend sein, welche nach dem Stande des damaligen Wissens ihre Pflichten in eifrigster Weise erfüllten, aber es weist darauf hin, dass man sich bei ähnlichen Fragen stets der Gefahr aussetzt, die gesammte Mühe der Beobachtungen zu Verlust gehen zu lassen, wenn man die Letzteren nicht in Ausführlichkeit zum Abdrucke bringt. Freilich wären dann die Kosten der Publication sehr viel grösser geworden, und eine Sache, die in Mannheim zur damaligen Zeit recht wohl durchführbar gewesen ist, war es nicht auch in München.

Ausser den rein meteorologischen Aufzeichnungen wurden von München aus auch magnetische sowie phänologische Be-

obachtungen ins Werk gesetzt, und curioser Weise befasste man sich in dem churbayerischen meteorologischen Beobachtungsnetze auch mit Mortalitätsstatistik.

Die bayerischen meteorologischen Ephemeriden bildeten einen Theil der von der Münchener Academie herausgegebenen, wie es scheint, nicht opulent mit Geldmitteln ausgestatteten „Neuen philosophischen Abhandlungen" und in diesen finden wir auch eine Anzahl meteorologischer Untersuchungen von Epp, Schröter, Steer, Stark, Kennedy, Arbuthnoth und Heinrich, darunter also auch von Angehörigen und Beobachtern des bayerischen Stationsnetzes.

Interessant ist es dabei zu erkennen, dass die bayerischen meteorologischen Ephemeriden von Jahr zu Jahr gewisse Fortschritte machten, und dass der letzte, übrigens nicht mehr von Epp sondern wahrscheinlich von Heinrich herausgegebene Band entschieden eine weit sachgemässere Behandlung des Stoffes aufweist als die früheren.

Derselbe umfasst, wie bereits erwähnt, die ausführlichen Beobachtungen, welche im Kloster St. Emmeram zu Regensburg angestellt worden sind, Auszüge aus den Aufzeichnungen von 16 Stationen und daran anschliessend einen Rückblick auf den Jahrgang 1789.

Dieser Rückblick enthält zunächst eine Uebersichts-Tabelle des Jahres, in welcher die Stationen nach zunehmendem Luftdruck, also nach abnehmender Höhe angeordnet sind.

Ich reproducire hier dieselbe nach Umrechnung auf modernes Maass zum Theil desshalb, um einen gewissen Schluss auf die Zuverlässigkeit der damaligen Beobachtungen zu bieten.

Wie man aus dieser nachstehenden Tabelle ersieht, liefern die Barometerstände, so genau als man es eben bei der Instrumententechnik der damaligen Zeit erwarten darf, ungefähr die richtigen Meereshöhen. Nur Ettal tritt vollständig aus dem Rahmen heraus, und muss dort ein gröberer

Instrumentenfehler, wahrscheinlich eine Verschiebung der Scala vorhanden gewesen sein, worauf übrigens der Herausgeber des IX. Bandes der Ephemeriden selbst aufmerksam macht, und darauf hinweist, dass das Barometer in Ettal entschieden zu hoch steht.

1789

Station	Luftdruck	Hieraus berechnete Höhe in Metern	Wirkliche Höhe in Metern	Temperatur beob.	Temperatur auf Meeresniveau reducirt 1789	Temperatur auf Meeresniveau reducirt 1851-80
Hohenpeissenberg .	674,9	968	994	6,5	11,5	10,9
Tegernsee . . .	694,1	746	731 L	7,4	11,1	—
Frauenau	694,3	746	705 L	7,8	11,4	—
Andechs	694,6	735	699 L	9,8	13,3	—
Beierberg	704,0	632	ca. 630	7,9	11,1	—
Benedictbeuren . .	705,2	621	624 L	7,8	10,9	—
Ettal	707,7	587	ca 850	7,4	11,7	—
Scheyern	707,7	587	520	10,0	12,6	9,4
Fürstenfeld . . .	710,6	553	528	9,5	12,2	—
Rott a. J.	713,5	520	478 L	9,4	11,8	—
München	713,7	520	530	8,8	11,5	9,5
Weihenstephan . .	714,7	508	497	8,8	11,3	9,7
Mallersdorf . . .	718,9	464	(440?)	11,5	13,7	—
Raitenhaslach . .	720,3	453	ca. 400	9,3	11,3	—
Regensburg . . .	729,3	354	358	8,9	10,7	10,1
Niederaltaich . .	731,1	332	311 L	10,5	12,0	(9,6 Metten)

(L Höhen nach Lamont).

Jenen Massstab freilich, welchen man heute für die Richtigkeit von Barometerangaben als erforderlich betrachten muss, darf man an die Instrumente des vorigen Jahrhunderts nicht legen, und wenn man diess dennoch thut, so findet man, dass die damaligen Beobachtungen den heutigen Anforderungen nicht entsprächen. Diess gilt jedoch nicht allein für die Aufzeichnungen der churbayerischen, sondern ebensowohl für jene der Mannheimer meteorologischen Gesell-

schaft. Es wird diess ohne Zweifel bei vielen der alten Stationen seine Giltigkeit haben, und wähle ich zum Nachweise dessen, als für uns am nächsten liegend, München, das gleichzeitig Station des speciell churbayerischen und des internationalen Mannheimer Netzes war.

Das von mir selbst für die Jahre 1781 mit 92 aus den Mannheimer Ephemeriden berechnete Luftdruckmittel beträgt 714,5 mm, was einer Meereshöhe von nicht ganz 514 Metern entspräche.

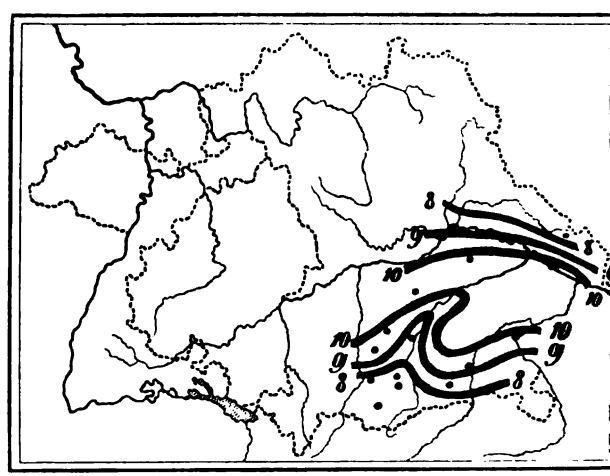
Diese Höhe der Barometeraufstellung ist jedoch ganz unmöglich; denn nach den Angaben des ersten academischen Beobachters in München P. Huebpauer sollen die Instrumente ca. $36' = 11^1/_2$ Meter über dem Erdboden aufgestellt gewesen sein, und müsste somit die Meereshöhe des Erdbodens beim Augustinerstock ungefähr 503 Meter gewesen sein. Nun beträgt aber nach den Angaben des Präcisionsnivellements die Höhe des Kirchschiff-Pflasters der Frauenkirche 518 Meter; es wäre demnach vom Erdboden beim Augustinerstocke bis zu jenem bei der Frauenkirche eine Steigung von nahezu 15 Metern, was auch dem oberflächlichsten Blick schon als vollkommen absurd erscheinen muss.

Solche Fehler, die sich mit Ausnahme von Regensburg, (dessen aus den alten Beobachtungen abgeleitete Meereshöhe mit der jetzt nivellitisch ermittelten fast vollkommen übereinstimmt) wohl allenthalben leicht auffinden dürften, scheinen ihre Ursache in einem unrichtigen Abstand der nur eine Strecke weit getheilten Scala von ihrem Nullpunkt gehabt zu haben, nicht aber in mangelhafter Füllung des Barometerrohres; denn die im IX. Bande der bayerischen Ephemeriden reproducirten Curven des Barometer-Ganges der drei Stationen Raitenhaslach, Tegernsee und Peissenberg weisen unter sich einen vollkommen befriedigenden Parallelismus auf.

Wenn man bei jenen beiden Stationen, an welchen schon vor 100 Jahren die Aufstellung ziemlich die gleiche

wie jetzt war, nämlich bei Hohenpeissenberg und Regensburg die Temperaturmittel des Jahres 1789 mit Normalmitteln vergleicht, so findet man, unter sich genauestens übereinstimmend, dass jener Jahrgang um 0,6° zu warm war, und passen nach diesem Abzuge die Stationen, mit Ausnahme von Andechs, Scheyern, Fürstenfeld, Mallersdorf und Niederaltaich leidlich in das geographische Bild. Man darf aber auch nach dieser Ausschaltung noch nicht zu rigoros vorgehen und hat die Thermometeraufstellung z. B. in Weihenstephan Temperatur-Werthe ergeben, welche um ungefähr um 1, in München um $1^1/_2$ Grad zu hoch gewesen sein dürften. Man scheint also mit der Auswahl der Beobachtungsplätze nicht überall ganz glücklich gewesen zu sein.

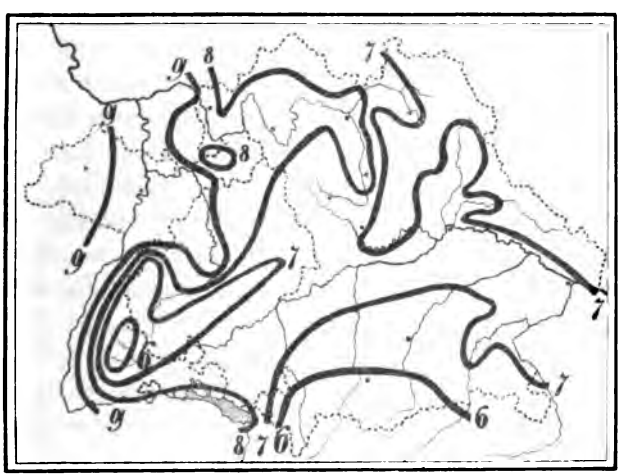
Temperaturvertheilung 1789



So war sie auch in München selbst notorisch eine sehr mangelhafte, abgesehen davon, dass Huebpauer's Beschreibung der Stationslage nicht gut auf jenes Gebäude passt, in welchem im vorigen Jahrhunderte zweifellos die Instrumente aufgestellt waren.

Das damalige Augustinerkloster, heute noch in München Jedermann unter dem Namen „Augustinerstock" bekannt, und für meteorologische Beobachtungen keineswegs günstig gelegen, ist in der Luftlinie nicht, wie Huebpauer diess angibt, 1500′ oder 490 m, sondern ca. 1 km von der Isar entfernt. Das Haus selbst ist allseitig umbaut, und war diess auch schon zu Ende des vorigen Jahrhunderts. Dabei bildet die Nordfront des sehr geräumigen Baues den südlichen Flügel der derartig schmalen Löwengrube, dass nicht wohl anzunehmen ist, man habe jemals an der eigentlichen Nordfront des Augustinerstockes Thermometerbeobachtungen angestellt. Vielmehr dürfte die Thermometeraufstellung sich an einer gegen Norden gerichteten und einen weiten Hof mitumschliessenden Wand des südlichen Gebäudeflügels und zwar an dessen zweitem Stockwerke befunden haben.

Mittlere Temperaturvertheilung 1851—80



Bei solcher Aufstellung werden uns die $1^1/_2$ Grade, um welche die alten Thermometer-Angaben Münchens zu hoch waren, gewiss nicht befremden, wenn man bedenkt, dass schon an der gegenwärtigen sehr viel freieren Lage der

meteorologischen Centralstation die Temperaturwerthe um $^1/_2{}^0$ zu hoch ausfallen.

Für einen ersten Versuch der Klimatographie Bayerns wären aber, trotz der soeben gemachten Ausstellungen, die Beobachtungen im vorigen Jahrhundert entschieden brauchbar gewesen, und es ist nur zu bedauern, dass die erste Verarbeitung der Beobachtungsergebnisse nicht in jedem der Jahrgänge mit der gleichen Gründlichkeit geschah, wie für 1789.

Dieser IX. Jahrgang enthält noch Manches des Interessanten, so eine eingehendere Betrachtung des sehr strengen Winters 1788/89, welcher sich sehr nahe an jenen von 1879/80 anschliesst, und wie es scheint, in gleicher Weise einleitete. Auch damals bestand eine Umkehrung der vertikalen Temperaturvertheilung, auf welche der Herausgeber auf S. 233 entschieden und zwar als einer der Ersten hinweist.

Das zeitweilige Bestehen einer solchen wird in den bayerischen Ephemeriden überhaupt mehrfach betont, und wird auch erwähnt, dass die Nebelbildung sich häufig auf die Niederung beschränkt. Letzteres ist aber eine Erscheinung, von der wir heute wissen, dass sie zumeist eine solche Umkehrung der vertikalen Temperaturvertheilung, welche nicht allein in den Alpen, sondern auch in den Mittelgebirgen stattfindet, begleitet. Schon in Band II der meteorologischen Ephemeriden für 1781 beschreibt diese Verhältnisse der Beobachter zu Niederaltaich P. Ehernbert folgendermassen: „Auf dem Gipfel dieses Berges (Sonnenwald) war der schönste Tag, kein Wölkchen zeigte sich am Himmel, die Sonne glänzte so hell wie mitten im Sommer; am Fusse des Berges war die ganze Gegend mit einem dichten Nebel umhüllet, der in einer Entfernung von 30 Schuhen Alles unsichtbar machte. Dieses Phänomen ist im Frühling und Herbst nicht selten.“

Ueberhaupt wird man nach näherer Durchsicht der bayerischen Ephemeriden keineswegs mit einstimmen können in das von mancher Seite abgegebene allgemein ungünstige Urtheil, sondern man wird nicht selten überrascht sein, bei einer aus dem vorigen Jahrhunderte stammenden Publication Anschauungen zu finden, welche lange Zeit verschollen und vergessen, erst in unseren Tagen wieder neu aufgegriffen wurden.

Ich erinnere hier z. B. an eine Abhandlung von P. Placidus Heinrich „Oscillationes mercurii in tubo Toricellaneo" vom Jahre 1794, in welcher er zunächst den jährlichen und täglichen Gang des Barometers scharf zum Ausdruck bringt und sodann in Uebereinstimmung mit einer älteren, auch in den „Neuen philosophischen Abhandlungen" 1783 veröffentlichten Arbeit Steiglehners „De atmosphaerae pressione varia" bereits ebenso präcise wie in der allerneuesten Zeit Ferrari u. A. die Schwankungen des Luftdruckes während eines Gewitters bespricht.

Es würde hier zu weit führen, alle die Resultate zu benennen, welche schon vor 100 Jahren gewonnen, und dann wieder zum grössten Theil vergessen worden sind; ich kann es mir aber nicht versagen, hier wenigstens jene Resultate der damaligen Forschungsperiode aufzuführen, welche der Herausgeber des IX. Jahrganges der bayerischen Ephemeriden auf den zwei letzten Seiten des Bandes selbst hervorhebt:

„Das Barometer ist bei uns in einer immerwährenden Bewegung und wachsen diese Veränderungen mit der geographischen Breite des Ortes. Auf hohen Bergen sind die Barometerveränderungen nicht so gross als an niedrigen Orten von gleicher Breite.

An Orten, welche nicht sehr weit von einander entfernt sind, hält das Barometer einen völlig ähnlichen Gang (von v. Lamont und Hann wieder eingeführtes Princip bei klimatologischen Arbeiten).

An zwei Orten, welche dieselbe Länge aber verschiedene Breite haben, ist sich der Gang des Barometers auch noch ziemlich parallel, nur treffen die Minima früher gegen Norden als in Süden ein. (Hinweis auf die von Köppen und Bebber behandelten Depressionsstrassen.)

An Orten verschiedener geographischer Länge aber derselben Breite fallen beinahe dieselben Veränderungen vor, nur rücken die übereinstimmenden Minima von Westen nach Osten fort. (Desgleichen.)

An einem und demselben Orte fallen die jährlichen Schwingungen nach Verschiedenheit des Jahrgangs verschieden aus, — sie sind grösser in den Winter- als in den Sommermonaten — grösser bei Tag als bei Nacht.

Gewisse Mondspunkte, gewisse Winde, die atmosphärische Elektricität und die Gewitterwolken stehen vor anderen in Verbindung mit dem Steigen und Fallen des Barometers.

Das Barometer hat täglich zweimal eine Neigung zum Steigen und ebenso oft zum Fallen."

Dieser IX. Band war, wie bereits gesagt, der letzte und bricht die Veröffentlichung der bayerischen Ephemeriden mit dem Jahrgange 1789, der aber erst 1794 erschien, um so unerwarteter ab, als noch in der Vorrede zum IX. Bande an die Beobachter verschiedene Aufforderungen gerichtet werden. Auch in keinem der noch nachfolgenden Bände der „Neuen philosophischen Abhandlungen" fand ich eine Notiz über das Aufhören jener Veröffentlichung und deren Ursache. Trotzdem aber brauchen wir wohl nicht lange nach letzterer zu suchen; sie wird leicht zu erkennen sein in dem während des letzten Decenniums des vorigen Jahrhunderts so drohend gewordenen politischen Horizont, was ohne Zweifel die Geldmittel für wissenschaftliche Bestrebungen nur sehr spärlich fliessen liess.

Die Beobachtungen selbst sind in Bayern jedoch nicht mit dem Jahre 1789 abgeschlossen worden, sondern sie

wurden fortgesetzt, und es liegen die Aufzeichnungen im Manuscript an der Sternwarte Bogenhausen von 13 Stationen der churbayerischen Academie noch aus den letzten neunziger Jahren vor. Sie reichen von Regensburg und Hohenpeissenberg sogar mit kurzen Lücken bis zur Gegenwart herauf.

Von diesen zwei Punkten abgesehen, hat dann die Säcularisation der Klöster in Bayern selbst der Beobachterthätigkeit ein jähes Ende gemacht.

Auch die Mannheimer meteorologische Gesellschaft überlebte ihre kleinere Münchener Schwester nicht gar lange. Die Mannheimer Ephemeriden nehmen schon vom Jahre 1784 an mehr und mehr an Umfang ab. Allerdings finden wir durch Einführung eines Registerbarometers von Changeux an der Centralstation in Mannheim im Jahre 1785 noch einen nennenswerthen Aufschwung, aber es scheint, dass auch in Mannheim die pecuniären Verhältnisse eine Verringerung der Publication erheischten, so dass im letzten Jahrgange 1792, welcher im Jahre 1795 erschien, keinerlei Vorrede oder Legende mehr beigegeben war, und die Veröffentlichung der vollen Aufzeichnungen und der ersten Ergebnisse derselben sich auf 15 Stationen beschränkte, die nicht mehr im Stande gewesen wären, ein Bild für die geographische Vertheilung der Witterungsverhältnisse in Mitteleuropa zu geben.

Auch in Mannheim, welches dem politischen Feuer-Centrum ja noch nennenswerth näher lag, werden die oben besagten Verhältnisse das Aufgeben der meteorologischen Unternehmung erzwungen haben. Letzteres um so entschiedener, als durch Hemmer's Tod 1790 auch die energischste Kraft der Mannheimer Gesellschaft zu Verlust gegangen war, und der nominell nachfolgende Medicinalrath Güthe der Sache nicht so nahe gestanden zu sein scheint, wie diess etwa im diessseitigen Bayern bei Placidus Heinrich der Fall war.

In den beiden Unternehmungen, welche vom Churfürsten Carl Theodor mehr oder weniger inspirirt und von ihm auch pecuniär unterstützt waren, sehen wir eine Forschungs-Richtung, die, wenigstens in officieller Weise, erst in den neueren Zeiten nach langer Pause wieder eingeschlagen worden ist.

Erst der von Le Verrier um die Mitte der sechziger Jahre unseres Säculums ins Leben gerufene „Atlas des mouvements généraux de l'atmosphère" und jene von Hofmeyer u. s. f. bethätigten Sammelwerke sind literarische Leistungen, welche die Ephemeriden der Mannheimer Gesellschaft wieder erreicht oder übertroffen haben, und der Organisationsplan der Societas Palatina bildete für die in den jüngsten Zeiten zusammengetretenen internationalen Meteorologencongresse in vieler Beziehung, ja in den Hauptsachen sogar die Richtschnur.

Auch die im diesseitigen Bayern von 1780 an bethätigte Organisation eines speciellen Stationsnetzes, des einzigen deutschen, welches es im vorigen Jahrhundert auch bis zu regelmässigen Veröffentlichungen brachte, steht für lange Zeit als Erstlingsleistung völlig allein, und erst viel später gelangte man in unserer engeren Heimath wieder zu jenem Standpunkt, der hier bereits im Jahre 1780 erreicht worden war.

Stationsverzeichniss.

A) der Mannheimer Academie (in Europa).

1. Spideberg
2. Stockholm
3. Petersburg
4. Moscau
5. Kopenhagen
6. Delft
7. Haag
8. Middelburg
9. Brüssel
10. Düsseldorf
11. Göttingen
12. Erfurt
13. Berlin
14. Sagan
15. Würzburg
16. Prag
17. Mannheim
18. La Rochelle
19. Dijon
20. Genf
21. St. Gotthard
22. Ingolstadt
23. Regensburg
24. Hohenpeissenberg
25. Andechs
26. München
27. Tegernsee
28. St. Zeno
29. Ofen
30. Padua
31. Chioggia
32. Bologna
33. Marseille
34. Rom.

B) der Churbayerischen Academie.

1. Waldsassen
2. Michelfeld
3. Amberg
4. Reichenbach
5. Donauwörth
6. Konstein.
7. Ingolstadt
8. Abensberg
9. Regensburg
10. Straubing
11. Oberaltaich
12. Niederaltaich
13. St. Nicola
14. Thierhaupten
15. Mallersdorf
16. Grossaiting
17. Indersdorf
18. Freising
19. St. Veit
20. Fürstenfeld
21. München
22. Rott a. I.
23. Raitenhaslach
24. Diessen
25. Andechs
26. Weyarn
27. Rosenheim
28. Chiemsee
29. Wessobrunn
30. Hohenpeissenberg
31. Polling
32. Beierberg
33. Benedictbeuren
34. Tegernsee
35. St. Zeno
36. Ettal.

Ueber den mittleren Böschungswinkel und das wahre Areal einer topographischen Fläche.[1])

Von S. Finsterwalder.

(*Eingelaufen 1. Februar.*)

C. v. Sonklar hat in seiner „Allgemeinen Orographie" ein Programm zur orometrischen Bearbeitung eines Gebirges aufgestellt, welches im Wesentlichen dem entspricht, das er selbst seinen früheren Untersuchungen über einzelne Gebirgsgruppen der Alpen zu grunde gelegt hat. Je mehr die darin enthaltenen Gesichtspunkte und vor allem vielleicht der Grundgedanke, für die auch beim blossen Anblick auffallenden Unterschiede in Gestaltung und Aufbau verschiedener Gebirge einen exakten und ziffernmässigen Ausdruck zu gewinnen, das Interesse der Geographen erwecken, umso weniger darf verkannt werden, dass die Einzelausführungen Sonklar's vielfach misslungen sind. Sie beziehen sich höchst einseitig auf Kettengebirge und lassen sich durchaus nicht auf Massen-

1) Kurz bevor das Manuskript dieser Arbeit der Akademie vorgelegt wurde, erschien in den Mittheilungen des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereins (15. Januar 1890) eine kurze Notiz des Herrn Carl Peuker, betitelt: „Der mittlere Neigungswinkel des Bodens," in welcher die Hauptformel des folgenden I. Teiles ohne Beweis angeführt und die Arealsberechnung des III. Teiles angedeutet wird. Um die Unabhängigkeit meiner Untersuchungen gegenüber den erwähnten festzustellen, sei bemerkt, dass ich den Inhalt des I. Teiles bereits vor drei Jahren, den des III. Teiles vor einem Jahre in dem hiesigen mathematischen Vereine von Studierenden beider Hochschulen vorgetragen habe. Die Publikation verzögerte sich durch den Umstand, dass sie ursprünglich in einer geographischen Zeitschrift beabsichtigt war.

gebirge oder gar Hügelland übertragen. Aber auch in dem begrenzten Gebiete wusste Sonklar nur den einfacheren Begriffen, wie mittlere Gipfelhöhe, Sattelhöhe Schartung u. s. w. zutreffende Definitionen und daraus resultierende eindeutige Bestimmungsweisen zu geben; je weiter er sich in komplicierte Dinge, wie die Volumbestimmung oder die Berechnung des mittleren Abfallswinkels der Kammgehänge einliess, umso mehr verlor er den Boden unter den Füssen und schlug statt zwingender Definitionen und klarer Methoden schlecht motivierte Compromisse vor. Die ernsten Schwächen im Systeme Sonklar's, vor allem die unglückliche Verquickung des Abfallswinkels der Kammgehänge mit dem Volumen des Gebirgskammes sind zwar nicht verborgen geblieben, aber statt den Sonklarschen Weg aufzugeben, suchte man durch neue Compromisse und Aenderungen an den dehnbaren Begriffen von Sockelhöhe, Thalhöhe u. s. w. das bedenkliche System wieder gebrauchsfähig zu machen. Wie wenig dies aber gelingt, dürfte die fleissige, den Sonklar'schen Ideen auf seinem eigensten Gebiete sich möglichst anschmiegende Arbeit C. Gsaller's[1]) endgiltig gezeigt haben. Freilich ist man seitdem von der Volumberechnung Sonklar's gänzlich abgekommen und hat dieselbe durch die einwurfsfreie Ermittelung aus Höhenschichten ersetzt[2]), da man aber den bedenklichen Versuch nicht gescheut hat, aus dem richtig ermittelten Volumen mittels der als falsch erkannten Formel Sonklar's eine mittlere Neigung der Kammgehänge zu berechnen[3]), scheint es uns an der Zeit, durch eine auf mathe-

1) C. Gsaller: Studien aus den Stubayer Alpen. I. Zur Orometrie. Zeitschrift des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereines 1886. Mittheilungen desselben Vereines 1887.

2) Waltenberger: Orograghie des Wettersteingebirges. Augsburg 1882.

3) L. Neumann: Orometrie des Schwarzwaldes. Geographische Abhandlungen, hrsg. v. Prof. Dr. Penck, I. Bd. Heft 2, 1886.

matischer Basis geführte Untersuchung Klarheit in die verworrenen Verhältnisse zu bringen. Hiezu bestimmen uns ausserdem noch zwei in jüngster Zeit erschienene Arbeiten[1]) aus dem geographischen Institute der Wiener Universität, welche das fortdauernde Interesse der massgebenden Kreise an orometrischen Fragen bekunden. In beiden wird das Verhältniss der wahren Oberfläche F des Terrains zu ihrer Projektion (P) auf der Karte mit dem mittleren Böschungswinkel (α) nach der Formel $\cos \alpha = P : F$ in Zusammenhang gebracht. Während in der einen derselben Herr L. Kurowski auf einwurfsfreie, wenn auch mühsame Weise die wahre Oberfläche ermittelt und dann aus obiger Formel ein wohldefiniertes Mittel der Böschungen in dem später zu präcisierenden Sinne erhält, benützt Herr J. Beneš ein von Herrn Professor Penck herrührendes Näherungsverfahren, dessen Zulässigkeit erst durch eine mathematische Analyse festgestellt werden muss.

Im Folgenden beschränken wir uns zunächst auf die Bestimmung des mittleren Böschungswinkels als die verhältnismässig schwierigste und der Reform bedürftigste Aufgabe der Orometrie und werden in dem I. Teile eine neue Definition des mittleren Böschungswinkels geben und ein einfaches Verfahren zur Ausmittelung des so definierten Winkels herleiten. Im II. Teile soll ein allgemeiner Gesichtspunkt für die Bildung rationeller Mittelwerte aufgestellt, die Beziehungen der nach diesem Gesichtspunkte zulässigen Mittelwerte zu einander untersucht und zur gegenseitigen Vergleichung benützt werden. Im III. Teile wird

---

1) L. Kurowski: Das reducierte und wahre Areal der Oezthaler Gletscher.

J. Beneš: Die wahre Oberfläche des Böhmerwaldes im Vergleich zu ihrer Projektion. Bericht über das XIV. Vereinsjahr, erstattet vom Verein der Geographen an der Universität Wien. 1888.

aus diesen Beziehungen ein förderliches Näherungsverfahren zur Ermittelung des wahren Areals der topographischen Fläche abgeleitet und das Penck'sche Verfahren der Analyse unterzogen. Der bequemeren Lesbarkeit halber ist jeder Teil in zwei Abschnitte zerlegt, von denen der erste unter Ausschliessung höherer Rechnungsarten, namentlich der Integralrechnung die allgemeineren Ausführungen enthält, während der zweite der exakten Begründung gewidmet ist, wobei die Mathematik naturnotwendig in ihr Recht tritt.

Wir bemerken schliesslich noch, dass diese Studie eine Frucht unserer mehrjährigen Beschäftigung mit der Geometrie der topographischen Fläche ist und als Probe dafür angesehen werden möge, wie wir dieses Grenzgebiet der Mathematik und Geographie behandelt wissen wollen.

I. Teil.

Definition und Auswertung des mittleren Böschungswinkels; klinographische Curve.

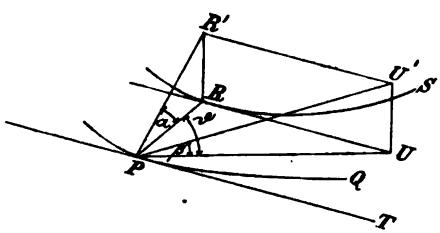
1.

Unter einer topographischen Fläche soll hier eine solche verstanden werden, deren Punkte durch das Lot zur Horizontalebene eindeutig auf diese abgebildet werden können.[1]) Es setzt dies voraus, dass die Fläche nirgends einen senkrechten Abfall oder gar einen Ueberhang besitzt. Ferner soll die Fläche durchweg stetig sein und in jedem Punkte eine Tangenitalebene besitzen. Beide Eigenschaften kommen den schematischen Terrainflächen zu, wie sie sich auf der

1) Diese zur Vereinfachung des Ausdruckes gemachte Annahme kommt auf die Vernachlässigung der Erdkrümmung hinaus. Dass der Einbeziehung der letzteren, so lange nur die Höhen verschwindende Teile der Krümmungsradien sind, kein Hindernis im Wege steht, braucht wohl nur angedeutet zu werden.

Karte darstellen lassen, nicht immer aber den in der Natur wirklich vorhandenen und nur auf erstere beziehen sich unsere folgenden Deductionen. Die Darstellung der Terrainflächen in der Karte erfolgt heutzutage fast ausschliesslich durch Niveaulinien oder Isohypsen, d. h. durch die Projection der Schnitte einer Schar paralleler aequidistanter Horizontalebenen mit der Fläche. Dieselben mögen in so geringen Abständen gegeben sein, dass alle noch in Betracht kommenden Besonderheiten des Terrains durch sie ausgedrückt werden. In einem beliebigen Punkte P der Fläche kann man dann die Tangenitalebene in folgender Weise konstruieren: Es sei PQ die Isohypse durch P, PT ihre Tangente, PR ihre Normale im Punkte P, R der Schnitt der letzteren mit der Nachbarisohypse RS. Man errichte in R ein Lot

Fig. 1.



und trage die Aequidistanz (den Vertikalabstand zweier Isohypsen) RR' auf diesem ab. Die beiden Linien PT und PR' bestimmen die gesuchte Tangenitalebene. Die Richtung PT ist die Streichrichtung der Fläche (des „Gehänges") im Punkte P, die Richtung PR die Fallrichtung derselben; das Verhältnis RR' zu PR die Böschung, der Winkel $R'PR = \alpha$ der Böschungswinkel der Fläche in demselben Punkte P. Schneiden wir Fläche und Tangenitalebene durch eine lotrechte, durch P in der Richtung nach U gehende Profilebene, bezeichnet U den Schnitt dieser Ebene mit der Parallelen RU zur Tangente PT und U' den um die Aequidistanz senkrecht darüber liegenden Punkt, dann ist das Verhältnis von $U'U$ zu PU die Neigung des durch P gehenden Profiles gegen den Horizont und der Winkel $U'PU = \beta$

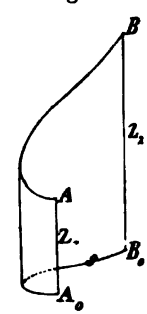
der Neigungswinkel des Profiles im Punkte P. Führen wir für die Aequidistanz $RR' = UU'$ das Zeichen Δz, und für den Horizontalabstand PR der Isohypsen $\Delta \sigma$ ein und nennen wir ferner den Winkel UPR der Profilebene mit der Ebene des Böschungswinkels ϑ, so haben wir für die Winkel α und β die Formeln:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{RR'}{PR} = \frac{\Delta z}{\Delta \sigma} \quad ; \quad \operatorname{tg}\beta = \frac{UU'}{PU} = \frac{\Delta z \cos\vartheta}{\Delta \sigma} \qquad 1)$$

Der Profilwinkel ist kleiner als der Böschungswinkel.

Aus den verschiedenen Böschungswinkeln, welche den doppelt unendlich vielen Punkten der Terrainfläche zugehören, soll nun ein Mittel gebildet werden. Diese Aufgabe ist keineswegs eindeutig lösbar, wie wir in der Folge sehen werden. Um ihr aber eine bestimmte Lösung zu geben, wollen wir das Mittel aus den Böschungswinkeln einer Fläche genau so bilden, wie man allgemein und mit Recht das Mittel aus den Neigungswinkeln einer Linie bildet. Hat man nämlich auf einer topographischen Fläche eine Linie (Thalsohle, Hangprofil), die, ohne zu fallen, von einem tieferen Punkte A nach einem höheren Punkte B ansteigt, dann versteht man unter der mittleren Neigung derselben das Verhältnis des Höhenunterschiedes $Z_2 - Z_1$, der Punkte A und B zur Länge s der Projection der Linie, wie sie auf der Karte als (geradlinige oder krummlinige Verbindung) der Projectionen von A und B erscheint. Der mittlere Neigungswinkel ist dann durch die Formel:

Fig. 2.

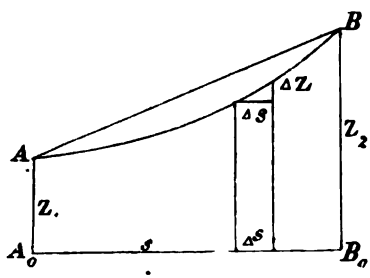


$$\operatorname{tg}\alpha_0 = \frac{Z_2 - Z_1}{s} \text{ zu ermitteln.}$$

Es erhebt sich nun die für die Ausdehnung auf die Fläche fundamentale Frage: In welcher Weise setzt sich dieses Mittel aus den Einzelcomponenten, den

Neigungswinkeln in den verschiedenen Punkten der Linie nämlich, zusammen? Dies ist leicht einzusehen. Wir denken uns zunächst den Cylinder, der aus den Projectionsloten der einzelnen Punkte der Linie gebildet wird, in die Ebene entwickelt, wobei die Projection s der Linie in eine Gerade $A_0 B_0$ gestreckt wird. Nun teilen wir diese Gerade in eine grosse Zahl gleicher oder ungleicher, aber kleiner Teile, von denen einer mit Δs und der zugehörige Höhenunterschied mit Δz bezeichnet werde. Dann ist $\Sigma \Delta s = A_0 B_0 = s$ und $\Sigma \Delta z = BB_0 - AA_0 = z_2 - z_1$, wobei das Zeichen Σ die Summation aller Teile Δs, resp. Δz zwischen A und B bedeutet. Der Quotient $\frac{\Delta z}{\Delta s}$ nähert sich mit wachsender Kleinheit der Teile der Neigung: $\frac{dz}{ds} = \operatorname{tg} \alpha$, weshalb wir schreiben können:

Fig. 3.



$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{Z_2 - Z_1}{s} = \frac{\Sigma \Delta z}{\Sigma \Delta s} = \lim \frac{\Sigma \Delta s \operatorname{tg} \alpha}{\Sigma \Delta s} \qquad 2)$$

Hieraus geht hervor: Der mittlere Neigungswinkel einer Linie ist der Winkel, dessen Tangente gleich dem arithmetischen Mittel aus den Tangenten der Neigungswinkel der einzelnen Linienelemente ist, wobei jede Tangente mit einem Gewichte proportional der Horizontalprojection Δs des Elementes belastet erscheint.

Wir übertragen dieses, auf dem Gebiete einer Ausdehnung geltende Definitionsprincip ins zweidimensionale und teilen die Karte als Horizontalprojection der topographischen

Fläche in beliebig gestaltete, nach allen Richtungen hinreichend kleine Gebiete ΔO, so dass der Wechsel der Böschung innerhalb eines solchen vernachlässigt werden kann. Von jedem Gebiete bestimmen wir die Grösse sowie den darin herrschenden Böschungswinkel α und rechnen den mittleren Böschungswinkel A nach der Formel:

$$\operatorname{tg} A = \frac{\Sigma \Delta O \operatorname{tg} \alpha}{\Sigma \Delta O}. \qquad 3)$$

In obiger Formel liegt folgende Definition enthalten:

Der mittlere Böschungswinkel einer Fläche ist der Winkel, dessen Tangente gleich dem arithmetischen Mittel aus den Tangenten der Böschungswinkel der einzelnen Oberflächenelemente ist, wobei jede dieser Tangenten mit einem der Horizontalprojection des Elementes proportionalem Gewichte belastet erscheint.

Diese Definition würde der praktischen Bedeutung entbehren, wenn es uns nicht gelänge, den damit gegebenen mittleren Böschungswinkel auf einfache Weise aus den Daten zu bestimmen, die die Isohypsenkarte bietet. Es ist dies aber in der That möglich, wie nun gezeigt werden soll. Wir denken uns das Gebiet auf der Karte zunächst durch die Isohypsen in Streifen zerschnitten und dann diese Streifen wieder in kleine Rechtecke von den Seiten Δs in der Isohypse und $\Delta \sigma$ senkrecht hiezu zerteilt. Das Element der Horizontalprojection ΔO ist nun gleich: $\Delta s . \Delta \sigma$. Die Summe: $\Sigma \Delta s \Delta \sigma \operatorname{tg} \alpha$ kann dann so gebildet werden, dass man zunächst Teilsummen für die Rechtecke eines Streifens bildet und hierauf diese zu einer Gesammtsumme vereinigt. Bedenkt man, dass bei gehöriger Kleinheit der Einteilung schliesslich $\Delta \sigma \operatorname{tg} \alpha = \Delta z$ wird, so ergibt sich die Teilsumme für einen Isohypsenstreifen:

$$\Sigma' \Delta s \Delta \sigma \operatorname{tg} \alpha = \Sigma' \Delta s \Delta z$$

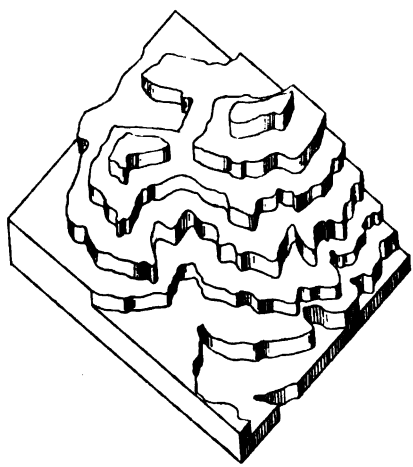
und bei Voraussetzung konstanter Aequidistanz Δz:

$$\Sigma' \Delta s \Delta z = \Delta z \Sigma' \Delta s,$$

d. h. gleich einem bandförmigen Streifen von der Länge s der Isohypse und der Breite der Aequidistanz Δz.

Alle diese bandförmigen Streifen kommen wirklich zur Erscheinung, wenn man sich die Fläche durch ein an den Isohypsen abgetrepptes Gerippe ersetzt denkt (siehe Figur 4), genau in der Art, wie man beim Modellieren des Terrains nach der Isohypsenkarte thatsächlich vorgeht. Es sind dies nämlich die vertikalen Flächen der Stufen des Treppenmodelles, deren horizontale Flächen durch die Streifen zwischen zwei Nachbarisohypsen gegeben sind. Letztere Streifen repräsentieren die Teilsummen $\Sigma' \Delta O$ und ihre Gesammtheit ist gegeben durch das Areal der Horizontalprojection der ganzen topographischen Fläche. Wir können nun folgenden Satz aussprechen:

Fig. 4.



Die Tangente des mittleren Böschungswinkels ist dargestellt durch das Verhältnis der Summe der vertikalen Flächen zur Summe der horizontalen Flächen der Stufen eines Treppenmodelles der topographischen Fläche.

Der mittlere Böschungswinkel A wird demnach aus folgender Formel berechnet:

$$\operatorname{tg} A = \frac{\text{Aequidistanz} \times \text{Summe der Isohypsenlängen}}{\text{Fläche der Horizontalprojection.}}$$

Praktisch gestaltet sich die Aufsuchung des mittleren Böschungswinkels höchst einfach: Nachdem man das betreffende Gebiet auf der Karte umgrenzt hat, misst man mittels des Planimeters die Grösse der Horizontalprojection. Dieselbe sei O Quadratcentimeter. Dann bestimmt man mittels des Messrädchens[1]) die Gesammt-Länge P aller Isohypsen innerhalb der Umgrenzung in Centimetern ausgedrückt. Multipliciert man letztere mit der ebenfalls in Centimetern ausgedrückten, auf den Massstab der Karte reducierten Aequidistanz und dividiert man das Produkt durch O, so hat man die Tangente des gesuchten Winkels.

Falls man die Ausmessung aller Isohypsen scheut und sich mit geringerer Genauigkeit zufrieden gibt, kann man folgendes Verfahren anwenden, das dem von Herrn Professor Penck für die Cubatur der topographischen Flächen benützten analog ist.[2]) Man stelle die Abhängigkeit der Länge s der einzelnen Isohypsen von ihrer Höhe z durch eine Curve in rechtwinkeligen Coordinaten dar. Dann wird der Flächeninhalt zwischen dieser „klinographischen Curve", der Höhen(Z)axe und den zur grössten und kleinsten Höhe gehörigen Endordinaten die Summe $\Sigma s \cdot \Delta z$, d. h. gleich dem Zähler des Bruches, der die Tangente des mittleren Böschungswinkels gibt. Um die Curve, die im Allgemeinen stetig verlaufen wird, zu zeichnen, sind je nach der gewünschten Genauigkeit eine grössere oder geringere Anzahl von Punkten nötig, die durch Ausmessung einzelner Isohypsen erhalten werden können. Es ist indess wohl zu beachten, dass die klinographische Curve, so oft die Variable z eine Gipfel-

1) Ein weit praktischeres Instrument zum Messen von Curven ist in jüngster Zeit von E. Fleischhauer in Gotha konstruiert worden, welches bei L. Tesdorpf in Stuttgart ausgeführt wird (D. R.-P. Nr. 45727).

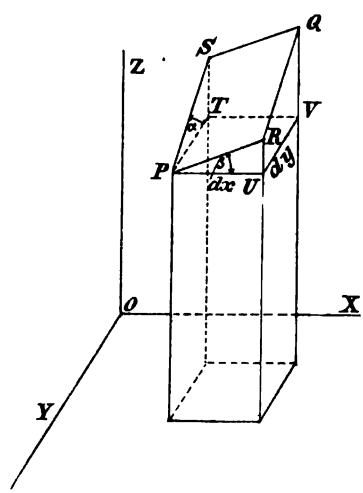
2) Vergl. Heiderich: Die mittlere Höhe Afrikas. Peterm. Mitteilungen. Bd. 34. 1888. Gleichzeitig ist diese „graphische Cubatur" von L. Neumann.

oder Sattelhöhe passiert, eine Knickung besizt, auch wenn die Fläche völlig stetig verläuft. Diese später nachzuweisende Eigentümlichkeit hat allerdings auf die Ermittelung des Flächeninhaltes und damit der mittleren Böschung so lange wenig Einfluss, als die Kuppen und Sättel klein im Vergleich zu dem übrigen Teil sind.[1])

2.

Um die im vorigen Abschnitte zur Sprache gebrachten Methoden eingehender zu begründen, müssen wir uns der Hilfmittel der analytischen Geometrie bedienen. Wir denken uns die Ebene des Kartenblattes als XY-Ebene eines rechtwinkeligen Coordinatensystems, dessen Z-axe daher die Richtung des Lotes hat. Die auf den Massstab der Karte reducierte Meereshöhe z eines jeden, durch die Coordinaten x und y dargestellten Punktes der Karte denken wir uns durch den Wert einer eindeutigen und stetigen Function $z = f(x\,y)$ dieser Coordinaten ausgedrückt und nennen diese Beziehung die Gleichung der topographischen Fläche. Setzen wir in derselben z gleich einem konstanten Wert h, so gibt $h = f(x\,y)$ den Zusammenhang zwischen den Coordi-

Fig. 5.



[1]) Aehnliche, bisher noch nicht bemerkte Eigentümlichkeiten kommen auch der „hypsographischen" Curve Penck-Neumann's zu, deren Einfluss auf die Volumbestimmung indess verhältnismässig noch geringer ist.

naten x und y der Punkte von der Meereshöhe h oder die Gleichung der Isohypse h. Geht man von einem Punkt P der Fläche zu einem nächstbenachbarten Q über, so besteht zwischen den Aenderungen dx, dy, dz der 3 Coordinaten die Differentialgleichung:

$$dz = p\,dx + q\,dy \qquad 4)$$

Die Grössen p und q sind hiebei die verhältnismässigen Aenderungen von z bei alleiniger Aenderung von x resp. y oder die partiellen Differentialquotienten $\frac{\partial f(xy)}{\partial x}, \frac{\partial f(xy)}{\partial y}$. Geometrisch werden sie repräsentiert durch die Tangenten der Profilwinkel β und γ im Punkte P der Fläche und in der Richtung der X bez. der Yaxe, also:

$$p = \frac{RU}{PU} = \frac{\partial z}{\partial x} = \operatorname{tg}\beta \quad , \quad q = \frac{ST}{PT} = \frac{\partial z}{\partial y} = \operatorname{tg}\gamma \qquad 5)$$

Der Böschungswinkel α im Punkte P, d. h. der Neigungswinkel der Tangentialebene gegen die XY-Ebene ist durch eine der drei Gleichungen gegeben:

$$\cos\alpha = \frac{1}{\sqrt{p^2+q^2+1}}, \sin\alpha = \frac{\sqrt{p^2+q^2}}{\sqrt{p^2+q^2+1}}, \operatorname{tg}\alpha = \sqrt{p^2+q^2} \qquad 6)$$

Für die Richtung der Tangente an die Isohypse (Streichrichtung des Hanges) gilt die Beziehung:

$$p\,dx + q\,dy = o$$

Für die Richtung der Normalen zur Isohypse (Fallrichtung): $\quad q\,dx - p\,dy = o$

Bezeichnet man mit $d\sigma$ den kürzesten in der Fallrichtung gemessenen Horizontalabstand zweier Isohypsen vom Vertikalabstand dz, so ergibt sich:

$$d\sigma^2 = dx^2 + dy^2$$

wobei, da es sich um Punkte auf der Fläche handelt:

$$dz = p\,dx + q\,dy$$

und wegen der Lage des Abstandes in der Fallrichtung:

$$o = q\,dx - q\,dy$$

ist. Durch Elimination von dy und dz folgt:

$$\frac{dz}{d\sigma} = \sqrt{p^2 + q^2} = \operatorname{tg} \alpha\,. \qquad 7)$$

Den mittleren Böschungswinkel A durch folgenden Grenzwert definiert:

$\operatorname{tg} A = \lim \frac{\Sigma \Delta O \operatorname{tg} \alpha}{\Sigma \Delta O}$, wobei die Elemente Horizontalprojection schliesslich beliebig klein werden sollen und die Summen sich über das abgegrenzte Gebiet der Karte (XY-Ebene erstrecken. Dieser Grenzwert ist unabhängig von der Art der Einteilung der XY-Ebene in Elemente ΔO und, wenn wir zunächst eine Einteilung durch Linien parallel zu den Coordinatenaxen annehmen, so können wir ihn folgendermassen als Integralquotient schreiben:

$$\operatorname{tg} A = \frac{\int\int^0 dx\,dy \operatorname{tg} \alpha}{\int\int^0 dx\,dy}\,. \qquad 8)$$

Die Grenzen der Integrale sind hiebei durch die Curven gegeben, welche das zu untersuchende Gebiet auf der Karte umschliessen:

Ersetzen wir $\operatorname{tg} \alpha$ durch den oben ermittelten Wert, so folgt:

$$\operatorname{tg} A = \frac{\int\int^0 dx\,dy \sqrt{p^2 + q^2}}{\int\int^0 dx\,dy} \qquad 9)$$

Die Transformation des Doppelintegrales Q im Zähler auf ein neues, krummliniges Coordinatensystem, in welchem die Gesammtheit der Isohypsen die eine Curvenschar bildet, wird uns zu einem strengen Beweise für den im vorigen Abschnitt geometrisch hergeleiteten Wert des Zählers verhelfen. Wir denken uns zuerst die Gleichung

$z = f(xy)$ durch Einführung einer neuen Variablen ξ in zwei $x = \varphi(z_1 \xi)$, $y = \psi(z_1 \xi)$ zerspalten, aus denen die ursprüngliche durch Elimination von ξ hervorgehen muss. Die Zuwächse der Variabeln beim Uebergang von einem Punkt der Fläche zu einem nächstbenachbarten müssen nun den Gleichungen:

$$dx = \frac{\partial \varphi}{\partial z} dz + \frac{\partial \varphi}{\partial \xi} d\xi$$

$$dy = \frac{\partial \psi}{\partial z} dz + \frac{\partial \psi}{\partial \xi} d\xi \text{ genügen.}$$

Eliminiert man hieraus $d\xi$, so ergibt sich:

$$dz = \frac{\frac{\partial \psi}{\partial \xi}}{\frac{\partial \varphi}{\partial z}\frac{\partial \psi}{\partial \xi} - \frac{\partial \psi}{\partial z}\frac{\partial \varphi}{\partial \xi}} dx - \frac{\frac{\partial \varphi}{\partial \xi}}{\frac{\partial \varphi}{\partial z}\frac{\partial \varphi}{\partial \xi} - \frac{\partial \psi}{\partial z}\frac{\partial \psi}{\partial \xi}} dy \quad 10)$$

Aus dem Vergleiche dieser Differentialgleichung der Fläche $z = f(xy)$ mit der ursprünglichen:

$$dz = p\,dx - q\,dy \text{ schliessen wir:}$$

$$p = \frac{\frac{\partial \psi}{\partial \xi}}{\frac{\partial \varphi}{\partial z}\frac{\partial \psi}{\partial \xi} - \frac{\partial \psi}{\partial z}\frac{\partial \varphi}{\partial \xi}}, \quad q = -\frac{\frac{\partial \varphi}{\partial \xi}}{\frac{\partial \varphi}{\partial z}\frac{\partial \psi}{\partial \xi} - \frac{\partial \psi}{\partial z}\frac{\partial \varphi}{\partial \xi}} \quad 11)$$

Bei der Transformation des Integrales Q aus dem System der x, y in das der z, ξ geht das Flächenelement:

$dx\,dy$ in $dz\,d\xi \left(\frac{\partial \varphi}{\partial z}\frac{\partial \psi}{\partial \xi} - \frac{\partial \psi}{\partial z}\frac{\partial \varphi}{\partial \xi}\right)$ über und das transformierte Doppelintegral wird nach einigen Reductionen folgendes:

$$Q = \int\int^0 dz\,d\xi \sqrt{\left(\frac{\partial \varphi}{\partial \xi}\right)^2 + \left(\frac{\partial \psi}{\partial z}\right)^2} \quad 12)$$

Wir können nun die Grösse des Linienelementes ds der Horizontalcurve, für welche $dz = o$ ist durch $d\xi$ ausdrücken und erhalten hiefür:

$$ds^2 = (dx^2 + dy^2)_{dz=o} = \left(\left(\frac{\partial \varphi}{\partial z}\right)^2 + \left(\frac{\partial \psi}{\partial z}\right)^2\right) dz^2$$

$$\text{oder } ds = dz \sqrt{\left(\frac{\partial \varphi}{\partial z}\right)^2 + \left(\frac{\partial \psi}{\partial z}\right)^2} \qquad 13)$$

Substituiert man diesen Wert in den Ausdruck für Q, so ergibt sich:

$$Q = \int \int^0 dz\, ds = \int dz \int ds \qquad 14)$$

Hiebei ist zu beachten, dass sich $\int ds$ auf $dz = o$, d. h. eine bestimmte Isohypse bezieht und nichts anderes als die Gesammtlänge s derselben innerhalb des abgegrenzten Bereiches O bedeutet. Berücksichtigen wir ferner den Umstand, dass die Karte die Isohypsen in gleichen Vertikalabständen dz gibt, so sehen wir das $Q = \int dz \int ds = \int s\, dz$ thatsächlich als Grenzwert des Produktes der Summe der Isohypsenlänge mit der Aequidistanz aufgefasst werden kann, zu welchem Resultat wir auch auf geometrischem Wege gekommen sind.

Was nun die Auswertung des Grenzwertes $Q = \int s\, dz$ betrifft, so ist bereits gesagt worden, dass sie auf planimetrischem Wege durch Ausmittelung des Flächeninhaltes zwischen der klinographischen Curve $s = \pi(z)$, welche die Abhängigkeit der Isohypsenlänge s von der Höhle z in einem rechtwinkligen SZ-Coordinatensysteme darstellt, der Z-axe und den Endordinaten s_1 und s_2, die zur kleinsten und grössten Höhe z_1 resp. z_2 gehören, geschehen kann.

Dabei wurde auch auf die Eigentümlichkeiten hingewiesen, welche die klinographische Curve für den Fall, dass die Z-Coordinate einer Gipfel- oder Sattelhöhe gleich ist, besitzt und welche bei der Zeichnung derselben aus einzelnen

Punkten berücksichtigt werden sollen, da sie unter Umständen die Auswertung von Q beeinflussen können.

Diese Eigentümlichkeiten lassen sich auf folgende Weise bestimmen. Es sei die Gleichung[1]) der topographischen Fläche in der Nähe des als flache Kuppe vorausgesetzten Gipfels von der Höhe z_0: $z_0 - Z = \frac{x^2}{a} + \frac{y^2}{b}$. 15)

Schaltet man nun in der Nähe des Gipfels alle Isohypsen innerhalb derjenigen geschlossenen, welche der Höhe $z = z_1$ zugehört, aus, so wird sich die Länge der übrig bleibenden Teile der Isohypsen als Function von z: $s_1 = \pi_1(z)$ zwischen z_1 und z_0 und darüber hinaus bis gegen die nächste Gipfel- oder Sattelhöhe hin regulär verhalten und die Gesammtheit der Isohypsenlänge kann durch folgenden Ausdruck gegeben werden:

$$s = \pi_1(z) + \lambda \cdot U_1 \frac{\sqrt{z_0 - z}}{\sqrt{z_0 - z_1}} \qquad 16)$$

Hiebei bedeutet $\pi_1(z)$ eine stetige Function mit Differentialquotienten für $z = z_0$. Im zweiten Summand, der von den ausgeschalteten Isohypsenteilen herrührt, bezeichnet U_1 den Umfang der Ellipse $\frac{x^2}{a} + \frac{y^2}{b} = z_0 - z_1$, $U_1 \frac{\sqrt{z_0 - z}}{\sqrt{z_0 - z_1}}$ dem-

1) In der Theorie der Flächenkrümmung beweist man, dass jede Fläche in der Umgebung nicht singulärer Punkte (als welche gewöhnliche Kuppen und Sättel zu gelten haben) genähert durch eine Gleichung $z_0 - z = \frac{x^2}{a} + \frac{y^2}{b}$ oder $z - z_0 = \frac{x^2}{a} - \frac{y^2}{b}$ dargestellt werden kann, je nachdem dieselbe in dem Punkte nach allen Richtungen erhaben (wie beim Gipfel) oder zum Teil erhaben zum Teil hohl gekrümmt ist (wie beim Sattel). Ursprung des Coordinatensystems ist dabei der betrachtete Punkt, Z-Axe die Flächennormale, die bei Gipfeln und Sätteln mit dem Lote identisch ist.

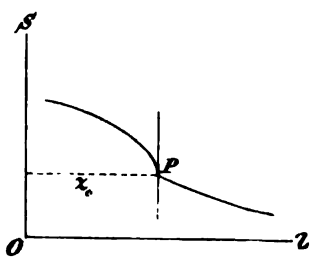
nach den Umfang der ähnlichen Ellipse $\frac{x^2}{a}+\frac{y^2}{b}=z_0-z$.

λ möge eine solche Function von z sein, die für $z<z_0$ gleich 1 für $z>z_0$ gleich o wird, entsprechend dem Verschwinden der geschlossenen Isohypsen über dem Gipfel $z=z_0$. Dieser Sprung in der Function λ alteriert die Stetigkeit von s nicht, da für die Sprungstelle der Faktor von λ verschwindet, wohl aber die Stetigkeit des Differentialquotienten

$$\frac{ds}{dz}=\pi_1'(z)-\frac{\lambda U_1}{2\sqrt{z_0-z}\sqrt{z_0-z_1}} \qquad 17)$$

der für $z=z_0$ von ∞ auf $\pi_1'(z_0)$ herabsinkt.

Fig. 6.



Die klinographische Curve hat demnach für jede Gipfelhöhe $z=z_0$ eine Knickung, deren eine Tangente vertikal steht.[1]) Um den Einfluss auf den Zähler $Q=\int s\,dz$ zu bestimmen, berechnen wir den Werth des Integrales $\int s\,dz$ für die ausgeschalteten Teile in der Nähe des Gipfels. Er ergibt sich zu:

$$Q_1=\int_{z_1}^{z_0} U_1\frac{\sqrt{z_0-z}}{\sqrt{z_0-z_1}}\,dz=\frac{2U_1}{3}(z_0-z_1) \qquad 18)$$

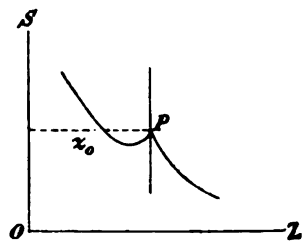
Dieser Wert gibt uns den Betrag des Fehlers in Q der durch die Vernachlässigung der über der letzten geschlossenen Isohypse sich erhebenden, die nächsthöhere Stufe nicht mehr erreichenden Kuppe entsteht. Derselbe ist gleich zwei

1) Wir denken uns dabei die Z-axe horizontal, die S-axe vertikal.

Dritteilen von dem Product aus dem Umfang jener Isohypse und der Erhebung des Kuppenscheitels über derselben.

In ähnlicher, wenn auch mehr Rechnung verursachender Weise kann man den Einfluss eines Sattels von der Höhe z_0, der durch die Gleichung $z_0 - z = \frac{x^2}{a} - \frac{y^2}{b}$ dargestellt wird, auf den Verlauf der klinographischen Curve und den Wert des Integrales Q studieren. Es ergibt sich hiebei, wie hier nur historisch angeführt werden soll, dass die klinographische Curve für jeden Sattelpunkt eine Spitze mit vertikaler Tangente erhält.

Fig. 7.

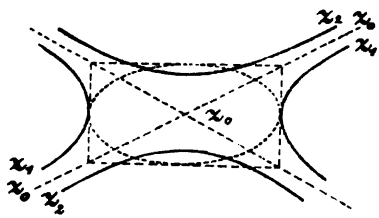


Denken wir uns den durch die Gleichung $z_0 - z = \frac{x^2}{a} - \frac{y^2}{b}$ näherungsweise definierten Sattel durch einen elliptischen Cylinder von der Gleichung: $z_0 - z_1 = \frac{x^2}{a} + \frac{y^2}{b}$ begrenzt, so sieht man aus der Formel $\operatorname{tg} \alpha = \sqrt{p^2 + q^2}$ leicht ein, dass die beiden Flächen:

$$\frac{x^2}{a} - \frac{y^2}{b} = z_0 - z \text{ und}$$

$$\frac{x^2}{a} + \frac{y^2}{b} = z_0 - z,$$ welche Kuppe und Sattel repräsentieren, innerhalb ihrer Umgrenzung in Punkten von übereinstimmenden x und y auch gleiche Böschungswinkel besitzen und demnach auch um gleiche Beträge das Integral Q alterieren. Zu einem durch die benachbarten Isohypsen z_1, z_2 gegebenen Sattel findet man die zur Ausschaltung der Isohypsen dienende und zur Berechnung des Einflusses nötige Ellipse folgendermassen:

Fig. 8.



Nachdem man sich über den Verlauf der Isohypse z_0 im Sattelpunkt selbst orientiert hat, konstruiert man ein Rechteck, dessen Ecken in den Tangenten an die Isohypse z_0 des Sattelpunktes liegen und dessen Seiten die beiden Teile einer Nachbarisohypse, z. B. z_1 berühren. Die diesem Rechteck symmetrisch eingeschriebene Ellipse gibt dann die verlangte Abtrennung, aus derem Umfang U_1 und dem positiv genommenen Höhenunterschiede $z_0 - z_1$ sich der Einfluss der innerhalb der Ellipse gelegenen Teile des Sattels auf den Wert von Q nach der Formel 18

$$Q_1 = \tfrac{2}{3} U_1 (z_0 - z_1) \text{ berechnen lässt.}$$

II. Teil.

Grundlage orometrischer Mittelbildungen; Vergleich von Tangenten-, Sekanten- und Winkelmittel der Böschungswinkel.

1.

Man wird den Begriff des Mittels nicht weiter fassen dürfen, als es in folgender, den Mathematikern geläufigen Definition geschieht: Ein Mittel aus einer discreten oder continuierlichen Menge von Einzelwerten ist ein solcher Wert, der gleichzeitig grösser als der kleinste und kleiner als der grösste Einzelwert jener Menge ist. Diese Definition scheint selbstverständlich und trotzdem trifft sie für das Resultat der in bisherigen Arbeiten vorgeschlagenen orometrischen Mittelbildungen nicht immer zu, wie später an einigen Beispielen gezeigt werden soll. Der Grund hievon liegt in der willkürlichen Art und Weise, auf der man zu

Mitteln zu gelangen sucht. Der Anschaulichkeit zu liebe wird nämlich irgend eine von wenigen Constanten abhängige „Idealfigur" (Prisma, Kegel), die mit dem zu untersuchenden Terraingebilde mehr oder weniger Aehnlichkeit besitzt, zu grunde gelegt und deren Dimensionen durch Vergleichung mit gewissen, ihnen ungefähr entsprechenden Abmessungen des Terrains bestimmt. Der so bestimmten Idealfigur werden nun neue, aus den Constanten infolgedessen zu berechnende Grössen entnommen und diese als Mittel für die entsprechenden Grössen des Terraingebildes proclamiert, häufig ohne Rücksicht darauf, ob die zur Vergleichung herangezogenen Abmessungen des Terraingebildes mit den Grössen, aus welchen das Mittel gezogen werden soll, in übersehbarem Zusammenhang stehen oder nicht.

So hatte bekanntlich Sonklar das Volumen und daraus die mittlere Höhe eines Kammgebirges dadurch ermitteln wollen, dass er (abgesehen vom sogenannten Sockel) die Gesammtheit der Kämme mit einem liegenden, dreiseitigen, gleichschenkligen Prisma verglich, dessen Länge gleich der Gesammtlänge aller Kämme, dessen Höhe gleich der sogenannten relativen mittleren Kammhöhe, dessen Basiswinkel gleich dem mittleren Abfallswinkel der Kammgehänge gesetzt wurde und dessen Volumen er schliesslich als Kammvolumen zur Berechnung der mittleren Höhe benützte. Herr Professor L. Neumann[1]) hat mit Andern die Unzuverlässigkeit des Verfahrens für die Volumbestimmung konstatiert, aber in enger Anlehnung an die Sonklar'sche Idealfigur dieselbe Formel, welche das Volumen des Prismas mit der Länge, der Höhe und dem Basiswinkel in Beziehung setzt, zur Berechnung eines mittleren Abfallswinkels der Kammgehänge (Basiswinkel des Prismas) aus dem nach Höhenschichten gerechneten Volumen des Gebirges benützt, in der

1) Orometrie des Schwarzwaldes, Seite 227. Wien 1886.

Hoffnung wenigstens vergleichbare Werte für die einzelnen Teile des Gebirges zu erhalten. In einer späteren Publikation[1]) hat derselbe Autor nicht weniger als 10 Methoden zur Berechnung des mittleren Neigungswinkels angegeben, worunter je vier auf der Idealfigur des Kegels und des dreiseitigen Prismas beruhen, die beiden übrigen aber arithmetische Mittel aus Profilwinkeln geben, deren näherungsweise Gleichstellung mit dem Neigungswinkel der Gehänge auch nur unter Voraussetzung angenäherter Prismengestalt des Terrains gerechtfertigt erscheint. Sechs von diesen Methoden werden von dem Autor selbst verworfen, da sie aus verschiedenen Gründen augenscheinlich zu kleine oder zu grosse Werte liefern. Unter den übrigen vier Methoden befindet sich eine, welche darum merkwürdig ist, weil sie leicht ersehen lässt, dass der von ihr gelieferte Mittel-Wert in manchen Fällen thatsächlich kleiner als der kleinste Böchungswinkel des betreffenden Terrains ist. Die Methode besteht darin, dass zunächst die Mittel aus den Böschungswinkeln der einzelnen Isohypsenstreifen genommen werden, welche dann zu einem Gesammtmittel zu vereinigen sind. Ein Mittel aus den Böschungswinkeln eines Isohypsenstreifens wird dadurch gebildet, dass für jede von den Horizonten zweier benachbarter Isohypsen aus dem Terrain ausgeschnittene Scheibe ein Kegelstumpf von gleichem Areal der Endflächen, gleicher Höhe und somit auch gleichem Volumen substituiert wird, dessen Mantellinien mit den Endflächen den gesuchten mittleren Böschungswinkel einschliessen sollen. Bezeichnet nun a den Unterschied der Areale der Grenzisohypsen, b den Umfang einer derselben, c den Umfang des Kreises, der mit dieser gleiches Areal hat und d die Aequidistanz, dann ist

---

1) Orometrische Studien im Anschluss an die Untersuchung des Kaiserstuhlgebirges. S. 376. Zeitschrift für wissenschaftliche Geographie. 1889.

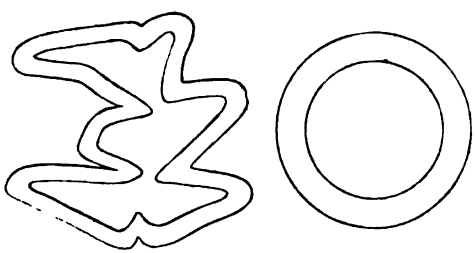
der Neigungswinkel φ_0 der Mantellinien jenes Kegels durch folgende Formel gegeben:

$$\operatorname{tg} \varphi_0 = \frac{d \cdot c}{a}$$

Die Grösse a ist jedenfalls kleiner als $b \cdot e$, wenn e die zur kleinsten Neigung im Streifen gehörige Horizontaldistanz der Isohypsen bezeichnet, ferner ist b jedenfalls grösser als c, da der Kreis bei gleichem Inhalt den kleinsten Umfang hat. Damit also das „Mittel": $\operatorname{tg} \varphi_0 = \frac{dc}{a}$ grösser als die kleinste Böschung: $\operatorname{tg} \varphi = \frac{d}{e}$ sei, muss $\frac{a}{c}$ kleiner als e oder e grösser als $\frac{a}{c}$ sein. Da aber e nur an die Bedingung gebunden ist, grösser zu sein als die, wegen b grösser als c, kleinere Zahl $\frac{a}{b}$, so ist kein Grund vorhanden, warum $\operatorname{tg} \varphi_0$ grösser als $\operatorname{tg} \varphi$, mithin φ_0 grösser als φ sein soll. Im Gegenteil lassen sich Fälle genug angeben, in welchem dies nicht zutrifft. Ein besonders lehrreicher ist der Fall einer Fläche gleicher Böschung. Hier haben die Isohypsen überall gleichen Horizontalabstand und es wäre wohl zu erwarten, dass die allen Punkten gemeinsame Böschung auch in dem sogenannten Mittel herauskäme. Ein Blick auf die Figur 9, worin zwei solche parallele Nachbarisohypsen mit den hiefür substituierten koncentrischen Kreisen von gleichem Areal (den Endflächen des Kegelstumpfes) gegenübergestellt sind, wird mehr als viele Worte die Unmöglichkeit hievon klar machen. Es ist eben in Betracht zu ziehen, dass der Kreis bei gegebenem Inhalt den kleinsten Umfang hat, eine Isohypse von gleichem Inhalt dagegen einen beliebig grossen, mit der Complicierthcit des Terrains stets wachsenden Umfang haben kann. Wenn aber die Teilmittel aus den Isohypsenstreifen schon unter den kleinsten Einzel-

wert herabsinken, besteht keinerlei Garantie dafür, dass dies nicht auch beim Gesammtmittel der Fall sei und speciell bei Flächen gleicher Böschung (den geraden Kegel ausgenommen) wird es immer so sein. Was von dieser Methode nachgewiesen wurde, gilt mehr oder minder von allen zehn bei Neumann angegebenen; namentlich liefern sie im Falle eines durchwegs gleichförmig geböschten Terrains in der Regel nicht den hier einzig vorkommenden Böschungswinkel als Mittel, sondern, soweit wir uns überzeugt haben, einen zu kleinen Wert. Da dieselben mithin schon in diesem — in gewissem Sinne — allein kontrolierbaren Falle im Stiche lassen, dürfte ihre Unbrauchbarkeit erwiesen sein.

Fig. 9.



Um den vielen Unzukömmlichkeiten, die den bisherigen Methoden, Mittel zu bilden, anhaften, zu entgehen, müssen wir vor allem mit dem Principe der Idealfigur brechen. Wir müssen vielmehr jedem Einzelwert einen ganz bestimmt definierten Einfluss auf den Mittelwert gönnen und je nach der Art dieses Einflusses haben wir dann den resultierenden Mittelwert zu beurteilen und weiter zu verwenden.

Dieser Forderung scheint uns einfach und allgemein genug die Methode gerecht zu werden, welche wir im I. Teil zur Bildung des mittleren Böschungswinkels benützt haben. Indem wir dieselbe ihrer speciellen Anwendung entkleiden, formulieren wir sie folgendermassen: Um zu einem be-

stimmt definierten Mittelwerte aus einer discreten oder kontinuierlichen Reihe von Einzelwerten a: $a_1, a_2, a_3, \ldots$ zu gelangen, wähle man eine eindeutige Function $\varphi(a)$ dieser Werte, welche nur der Einschränkung unterliegen soll, dass sie im Bereiche der a mit wachsenden Werten a entweder stets zu- oder stets abnimmt, bilde dann aus den Funktionswerten $\varphi(a)$: $\varphi(a_1), \varphi(a_2), \varphi(a_3), \ldots$ unter Zugrundelegung irgend welcher positiver Gewichte p: $p_1, p_2, p_3 \ldots$ das arithmetische Mittel nach der Formel: $\frac{\Sigma p \cdot \varphi(a)}{\Sigma p}$ und suche schliesslich denjenigen Wert a_0, für welchen $\varphi(a_0)$ gleich dem arithmetischen Mittel $\frac{\Sigma p \cdot \varphi(a)}{\Sigma p}$ ist. Diesen Wert a_0 nennen wir den unter Zugrundelegung der Funktion φ und der Gewichte p gebildeten **rationellen** Mittelwert der Grössen a. Ein ganz specieller Fall tritt dann ein, wenn an Stelle der Funktion φ die Identität gesetzt wird und die Gewichte einander gleich gewählt werden, dann führt nämlich bei einer diskreten Menge das Verfahren auf das gemeine arithmetische Mittel.

Wir gewinnen durch Annahme der so formulierten Methode folgende Vorteile:

1) Jeder hiedurch erzielte Mittelwert ist stets grösser als der kleinste und kleiner als der grösste der Einzelwerte. Im Uebrigen kann bei entsprechender Wahl der Function φ und der Gewichte jeder zwischen den Extremen liegende Wert als Mittelwert erhalten werden.

2) Die Veränderung, die ein bestimmter Mittelwert bei gegebenen Aenderungen der Einzelwerte erleidet, lässt sich (ohne Neurechnung des Mittelwertes) exact bestimmen, nicht nur schätzen.

3) Sind für 2 Reihen von Einzelwerten a_1, a_2, a_3 .... b_1, b_2, b_3 .... die (gleichgebildeten). Mittelwerte M_a M_b bekannt, so kann man den gleichgebildeten Mittelwert $M_{a\,b}$ für beide Reihen zusammen durch einfaches Mittelziehen aus M_a und M_b unter Berücksichtigung der Gewichte genau ebenso erhalten, wie wenn man das Verfahren auf die Summe der beiden Reihen angewendet hätte. Es ist nämlich:

$$M_{a\,b} = \frac{\Sigma(p_a\,\varphi(a) + p_b\,\varphi(b))}{\Sigma(p_a + p_b)} = \frac{M_a \cdot \Sigma p_a + M_b\,\Sigma p_b}{\Sigma p_a + \Sigma p_b} \quad 19)$$

Dieser associative Charakter unserer Mittelbildungen ist für die Möglichkeit, grosse Gebiete durch Arbeitsteilung zu bewältigen, von ausschlaggebendem Wert.

4) Die Methode liefert bei richtiger Annahme der Funktion φ und der Gewichte p für eine Anzahl der wichtigsten orometrischen Mittelwerte die bisher üblichen Zahlen; so z. B. für die mittlere Höhe des Gebirges, mittlere Kammhöhe, mittlere Neigung eines Profils, mittlere Thalhöhe und Thalneigung und natürlich für alle Mittel aus discreten Mengen, wie Gipfel- und Sattelhöhen.

Wenn man sich zur Annahme dieser Art von Mittelbildung entschliesst, wird man natürlich solange weder von einem wahren Mittelwerte, noch von einer oberen oder unteren Grenze desselben reden können — es sei denn, man verstünde darunter die Extreme der Einzelwerte — als man nicht eine bestimmte Funktion und bestimmte Gewichte als massgebend für die Bestimmung desselben angegeben hat. Meist wird, wie in dem uns speciell beschäftigenden Falle des mittleren Böschungswinkels, die Wahl der Gewichte nicht zweifelhaft sein, umsomehr, als ihr Einfluss durch die Wahl der Funktion zum Teil kompensiert werden kann; es werden sich daher verschiedene Mittelbildungen in der Regel nur durch die Funktion unterscheiden, die dabei benützt wurde. So haben wir uns bei Bildung des mittleren Böschungs-

winkels der Tangente dieses Winkels bedient, während z. B. das Verfahren von Herrn Kurowski, nach welchem derselbe die Neigung der Oetzthaler Gletscher ermittelt, auch als rationelle Mittelbildung in unserm Sinne gedeutet werden kann, wobei indessen an Stelle der Tangente des Böschungswinkels die Sekante tritt. Herr Kurowski hat nämlich das Gebiet auf der Karte in kleine Bezirke ΔO geteilt, in jedem den Böschungswinkel α aufgesucht und das Mittel A' nach der Formel $\frac{\Sigma \Delta O \sec \alpha}{\Sigma \Delta O} = \sec A'$ gerechnet. Wie man beim Vergleich mit unserer Formel $\frac{\Sigma \Delta O \operatorname{tg} \alpha}{\Sigma \Delta O} = \operatorname{tg} A$ sieht, sind die Gewichte ΔO für beide Mittel des Böschungswinkels, die wir als Tangenten- und Sekantenmittel unterscheiden wollen, dieselben, der Unterschied liegt ausschliesslich in den Funktionen. Infolge der Verschiedenheit derselben hat z. B. von zwei gleich grossen Parzellen mit den Böschungswinkeln 5^0 und 10^0 die zweite auf das Tangentenmittel circa doppelt so grossen Einfluss als die erste, während auf das Sekantenmittel beide fast gleich wirken. Es können demnach auch Tangenten- und Sekantenmittel des Böschungswinkels einander nicht gleich sein, sie stehen jedoch in gesetzmässigem und übersehbarem Zusammenhange und wir können das eine aus dem andern berechnen. Dieser Umstand ist aber desshalb wichtig, weil das Tangentenmittel, wie wir gezeigt haben, eine leichte und genaue Auswertung auf der Isohypsenkarte erlaubt, während das Sekantenmittel nur durch weit umständlichere Manipulationen gefunden werden kann.

2.

Unter den Mitteln, welche mit bestimmten Gewichten aber verschiedenen Funktionen gebildet werden können, zeichnet sich eines durch Einfachheit der Definition besonders

aus, nämlich dasjenige, bei welchem an Stelle der Funktion das Argument gesetzt wird. Dieses Mittel, welches wir in dem speciellen Falle des Böschungswinkels als Winkelmittel im Gegensatze zu dem Tangentenmittel und Sekantenmittel bezeichnen wollen, ist durch folgende Formel

$$A_0 = \frac{\Sigma \Delta O \cdot \alpha}{\Sigma \Delta O}$$

gegeben, oder, wenn wir gleich auf die unendlich kleine Einteilung in Rechtecke parallel den Axen des Coordinatensystems zurückgehen, durch:

$$A_0 = \frac{\int\int^0 \alpha \cdot dx\,dy}{\int\int^0 dx\,dy} \qquad 20)$$

Mit diesem Winkelmittel sollen nun Tangenten- und Sekantenmittel verglichen werden, welche in nachstehenden Formeln definiert sind:

$$\operatorname{tg} A = \frac{\int\int^0 \operatorname{tg} \alpha\, dx\,dy}{\int\int^0 dx\,dy} \qquad \sec A' = \frac{\int\int^0 \sec \alpha\, dx\,dy}{\int\int^0 dx\,dy} \qquad 21)$$

Dazu dient uns ein kürzlich von Herrn Professor Hölder[1]) bewiesener Satz, der also lautet:

„Bedeutet $\varphi(\alpha)$ eine Funktion einer reellen Veränderlichen α mit zunehmenden (abnehmenden) Differentialquotienten, so ist das arithmetische Mittel aus einer beliebigen Zahl von Functionswerten stets grösser (kleiner) als der Funktionswert, welcher dem auf gleiche Weise gebildeten Mittelwert der Argumente entspricht."

---

[1]) Ueber einen Mittelwertssatz v. O. Hölder. Nachrichten der Gesellschaft der Wissenschaften an der Universität Göttingen. 1889. Ehe wir Kenntnis von diesem schönen Satz hatten, erledigten wir die Fragen der folgenden Abschnitte durch Reihenentwickelungen.

Werden die zur Mittelbildung aus $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \ldots$ verwendeten Gewichte entsprechend mit $p_1, p_2, p_3 \ldots$ bezeichnet, so drückt sich der Satz in folgender Formel aus:

$$\frac{p_1\varphi(\alpha_1)+p_2\varphi(\alpha_2)+p_3\varphi(\alpha_3)+\ldots}{p_1+p_2+p_3+\ldots} \gtrless \varphi\left(\frac{p_1\alpha_1+p_2\alpha_2+p_3\alpha_3+\ldots}{p_1+p_2+p_3+\ldots}\right)$$

oder abgekürzt:

$$\frac{\Sigma p\,\varphi(\alpha)}{\Sigma p} \gtrless \varphi\left(\frac{\Sigma p\,\alpha}{\Sigma p}\right)$$

je nachdem die zweite Ableitung der Funktion $\varphi''(\alpha) \gtrless o$ ist.

Hiezu gehört noch das für unsere Zwecke wichtige Corollar: Wenn $\varphi''(\alpha)$ zwischen zwei endlichen Grenzen, der unteren N und der oberen M bleibt, dann kann man die Differenz stets in die folgende Form bringen:

$$\frac{\Sigma p\,\varphi(\alpha)}{\Sigma p} - \varphi\left(\frac{\Sigma p\,\alpha}{\Sigma p}\right) = \tfrac{1}{4}\mathfrak{M}(\varphi''\alpha)\,\frac{\sum\limits_{\mu}\sum\limits_{\nu} p_\mu p_\nu(\alpha_\mu-\alpha_\nu)^2}{(\Sigma p)^2 = \sum\limits_{\mu}\sum\limits_{\nu} p_\mu p_\nu}, \quad 22)$$

wobei $\mathfrak{M}$ einen Wert zwischen M und N bedeutet.

Bezeichnen wir $\frac{\Sigma p\,\alpha}{\Sigma p}$ mit $\mathfrak{A}_0$ und $\frac{\Sigma p\,\varphi(\alpha)}{\Sigma p}$ mit $\varphi(\mathfrak{A})$, nehmen wir ferner an, dass die erste Ableitung $\varphi'(\alpha)$ innerhalb des Intervalles des α sein Zeichen nicht ändert und zwischen zwei endlichen Grenzen m und n bleibt, so können wir nach dem Fundamentalsatz der Differentialrechnung auch schreiben:

$$\frac{\Sigma p\,\varphi(\alpha)}{\Sigma p} - \varphi\left(\frac{\Sigma p\,\alpha}{\Sigma p}\right) = \varphi(\mathfrak{A}) - \varphi(\mathfrak{A}_0) = (\mathfrak{A}-\mathfrak{A}_0)\,\mathfrak{m}(\varphi'\alpha),$$

wobei $\mathfrak{m}(\varphi'\alpha)$ einen Wert zwischen m und n bezeichnet.

Für den Unterschied zwischen dem Argumente des Funktionsmittels und dem Mittel der Argumente ergibt sich demnach folgender Ausdruck:

$$\mathfrak{A}-\mathfrak{A}_0 = \tfrac{1}{4}\,\frac{\mathfrak{M}(\varphi''\alpha)}{\mathfrak{m}(\varphi'\alpha)}\,\frac{\sum\limits_{\mu}\sum\limits_{\nu} p_\mu p_\nu(\alpha_\mu-\alpha_\nu)^2}{\sum\limits_{\mu}\sum\limits_{\nu} p_\mu p_\nu} \quad 23)$$

$\mathfrak{M}(\varphi''\alpha)$ und $\mathfrak{m}(\varphi'\alpha)$ haben, wie bereits bemerkt, die Bedeutung von Mittelwerten zwischen den Extremen des zweiten und ersten Differentialquotienten der Funktion. Der Summenquotient aber auf der rechten Seite der Gleichung ist nichts anderes als ein arithmetisches Mittel aus den Differenzquadraten irgend zweier Argumente, gleiche nicht ausgenommen. Man sieht aus dieser Formel alsbald, dass, wenn die Differenzen zwischen den Componenten des Mittels unendlich klein von der ersten Grössenordnung sind, die beiden Mittel sich im Allgemeinen nur um ein Unendlich kleines von der zweiten Grössenordnung unterscheiden, welches gegenüber den Differenzen der Componenten verschwindet; in diesem Falle sind also alle Mittel einander gleich, mit welcher Funktion sie auch gebildet sein mögen. Eine Ausnahme tritt aber immer ein, sobald $\varphi'(\alpha)$ innerhalb des Intervalles der α gleich o wird, dieses also auch möglicherweise mit $\mathfrak{m}(\varphi'\alpha)$ statthat; in diesem Falle können die Mittel bis zur Differenz der Extreme von einander abweichen.

Der Höldersche Satz und die daran angeschlossenen Betrachtungen lassen eine unmittelbare Anwendung auf die Reduktion des Tangenten- und Sekantenmittels der Böschungswinkel auf das Winkelmittel zu, wenn wir in den Formeln die Gewichte p durch die Flächenelemente $\Delta O = dx\,dy = d\xi\,d\eta$ der Horizontalprojection ersetzen. Da wir es aber durchaus mit Mitteln aus unendlich vielen mit unendlich kleinen Gewichten begabten Elementen zu thun haben, so müssen an die Stelle der Summen Integrale treten:

$$A - A_0 = \frac{1}{4}\,\frac{\mathfrak{M}(\varphi''\alpha)}{\mathfrak{m}(\varphi'\alpha)} \cdot \frac{\int\int^0\int\int^0 dx\,dy \cdot d\xi\,d\eta\,(\alpha(xy) - \alpha(\xi\eta))^2}{\left(\int\int^0 dx\,dy\right)^2}$$

$$= \frac{1}{4}\,\frac{\mathfrak{M}(\varphi''\alpha)}{\mathfrak{m}(\varphi'\alpha)}\,M(\alpha(xy) - \alpha(\xi\eta))^2 \ldots\ldots \qquad 24)$$

Die Reduktionsgrösse $A - A_0$ ist demnach von zwei wesentlich verschiedenen Dingen abhängig, was in den beiden Faktoren $\frac{\mathfrak{M}(\varphi''\alpha)}{\mathfrak{m}(\varphi'\alpha)}$ und $M(\dot{\alpha}(xy) - \alpha(\xi\eta))^2$ seinen mathematischen Ausdruck findet. Erstens nämlich von der zur Mittelbildung gewählten Funktion, zweitens aber auch von der Art und Weise, wie die Böschungen auf dem Gebiete verteilt sind und davon, welche Abweichungen die einzelnen Böschungen unter sich aufweisen.

Der Wert von $\frac{\mathfrak{M}}{\mathfrak{m}}$ ist massgebend für die Art und Grösse des Unterschiedes zweier mit Zugrundelegung verschiedener Funktionen $\varphi(\alpha)$ gerechneter Mittel gegenüber dem einfachen Winkelmittel bei vorausgesetzter Verteilung der Böschungswinkel α über die Fläche der Horizontalprojection. Der Einfluss dieser Verteilung selbst auf die Grösse des Unterschiedes wird durch den Quotienten M der Integrale ausgedrückt. Derselbe stellt hier das Mittel aus den Quadraten der Differenzen der Böschungswinkel zweier beliebiger Punkte dar, wobei jedes Differenzenquadrat mit einem Gewichte gleich dem Produkte der Flächenelemente der Horizontalprojection beider Componenten der Differenz behaftet erscheint. Zur näherungsweisen Bestimmung vom $\frac{\mathfrak{M}}{\mathfrak{m}}$ stehen uns die Extreme von $\varphi''(\alpha)$ und $\varphi'(\alpha)$ zu Gebote, mit Hilfe deren wir $\frac{\mathfrak{M}}{\mathfrak{m}}$ in zwei Grenzen einschliessen können. Die Berechnung des Mittels M aus den Quadraten der Böschungsunterschiede nach obiger Formel würde allerdings weit mehr Arbeit erfordern als die Berechnung irgend eines Böschungsmittels überhaupt; in Anbetracht des Umstandes aber, dass die Kenntnis von M uns nur zur Bestimmung von $A - A_0$, was den Charakter eines Correctionsgliedes trägt, dienen soll, können wir uns mit einer Schätzung be-

gnügen, die sich, wie wir sehen werden, innerhalb verhältnismässig enger Grenzen bewegt.

Nehmen wir an, dass die grösste Differenz zweier Böschungswinkel innerhalb des in Betracht kommenden Intervalles gleich D sei, dann kann jenes Mittel M nur dann den Wert $\frac{1}{2} D^2$ erreichen, wenn überhaupt nur zweierlei Böschungen, die um D verschieden sind, vorkommen und sich gleichheitlich in die Fläche der Horizontalprojection teilen. Wenn aber das eine Extrem den weitaus grössten Teil der Fläche, das andere nur den verschwindenden Rest einnimmt, nähert sich M der Null. Sind alle Böschungswinkel gleichheitlich über die Horizontalprojection verteilt, so beträgt das Mittel M der Quadrate ihrer Differenzen $\frac{1}{6} D^2$, in dem Falle, dass die extremen Böschungen breiteren Raum einnehmen mehr, in dem in der Natur regelmässig auftretenden Falle, wo die mittleren Böschungen vorherrschen, weniger. Um hiefür noch nähere Anhaltspunkte zu geben, sei angenommen, dass sich die Areale der sanfteren, der mittleren und der steileren Böschungen, wie $p_1 : p_2 : p_3$ verhalten, dass ferner die sanfteren Böschungen die Maximaldifferenz d_1, die mittleren d_2, die steileren d_3 $(d_1 + d_2 + d_3 = D)$ umfassen und im übrigen gleichmässig auf ihrem Areal verteilt sein mögen. Dann bestimmt sich das Mittel M durch folgenden Ausdruck:

$$M = \frac{1}{6(p_1 + p_2 + p_3)} \Big[p_1^2 d_1^2 + p_2^2 d_2^2 + p_3^2 d_3^2 + \\ + 2 p_1 p_2 (2(d_1^2 + d_2^2) + 3 d_1 d_2) + 2 p_2 p_3 (2(d_2^2 + d_3^2) + 3 d_2 d_3) \\ + 2 p_1 p_3 (2(d_1^2 + d_3^2) + 3 d_1 d_3 + 6 d_2 (d_1 + d_2 + d_3)) \Big] \quad 25)$$

Dieses vorausgeschickt, betrachten wir die folgende Tabelle der Funktionen $\operatorname{tg} \alpha$, $\sec \alpha$ und ihrer ersten und zweiten Ableitungen.

Aus derselben entnehmen wir, dass die ersten und zweiten Ableitungen beider Funktionen innerhalb des be-

trachteten Intervalles positiv sind und daher Tangenten- wie Sekantenmittel dem Hölderschen Satz zufolge grösser als das Winkelmittel ist.

Tabelle I.

α	0^0	10^0	25^0	45^0
$\operatorname{tg}\alpha$	0,0000	0,1763	0,4663	1,0000
$\frac{d}{d\alpha}\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{\cos^2\alpha}$	1,0000	1,0311	1,2174	2,0000
$\frac{d^2}{d\alpha^2}\operatorname{tg}\alpha = \frac{2\sin\alpha}{\cos^3\alpha}$	0,0000	0,3636	1,1354	4,0000
$\sec\alpha$	1,0000	1,0154	1,1034	1,4142
$\frac{d}{d\alpha}\sec\alpha = \frac{\sin\alpha}{\cos^2\alpha}$	0,0000	0,1790	0,5145	1,4142
$\frac{d^2}{d\alpha^2}\sec\alpha = \frac{1+\sin^2\alpha}{\cos^4\alpha}$	1,0000	1,0952	1,7468	6,0000

Um über den Betrag des Unterschiedes Aufschluss zu erhalten, denken wir uns das Intervall von 0^0 bis 45^0 in 3 Teile: 0^0—10^0, 10^0—25^0, 25^0—45^0 zerlegt und für jeden einzelnen Teil den Vergleich des Tangenten- und Sekantenmittels mit dem Winkelmittel vorgenommen. Das Resultat des Vergleiches ist in folgender Tabelle niedergelegt. Dabei wurde als Mittel M aus den Quadraten der Böschungsunterschiede $\frac{1}{6} D^2$ zu grunde gelegt; der zugehörige Winkelwert ist in der zweiten Zeile der Tabelle angegeben. Aus der Tabelle für die Ableitungen entnehmen wir die oberen und unteren Grenzen für den Quotienten $\frac{\mathfrak{M}}{\mathfrak{m}}$ und berechnen hiemit obere und untere Grenzen für die Differenzen $A - A_0$ und $A' - A_0$ nach der Formel 24. Endlich rechnen wir noch den Wert der Differenz für den bestimmten Fall, dass die Böschungen des Intervalles gleichförmig über die Hori-

zontalprojection verteilt sind, welcher Wert (mit „Medium" in der Tabelle bezeichnet) sich dann natürlich zwischen den äussersten Grenzen liegend ergeben muss.

Tabelle II.

Intervall		0^0—10^0	10^0—25^0	25^0—45^0
Unterschied der Böschungswinkel.	Grösster	10^0	15^0	20^0
	Mittlerer	$4^0\ 5'$	$6^0\ 7'$	$8^0\ 10'$
Unterschied zwischen Tangenten- und Winkelmittel des Böschungswinkels.	Obere Grenze	$0^0\ 2'$	$0^0\ 11'$	$0^0\ 57'$
	Untere Grenze	$0^0\ 0'$	$0^0\ 3'$	$0^0\ 10'$
	Medium	$0^0\ 1'$	$0^0\ 6'$	$0^0\ 25'$
Unterschied zwischen Sekanten und Winkelmittel des Böschungswinkels.	Obere Grenze	$10^0\ 0'$	$1^0\ 36'$	$3^0\ 24'$
	Untere Grenze	$0^0\ 24'$	$0^0\ 21'$	$0^0\ 22'$
	Medium	$0^0\ 49'$	$0^0\ 37'$	$0^0\ 49$

Das Studium dieser Zahlenreihen bestätigt, was nach dem früher Gesagten zu erwarten war, dass sich innerhalb mässiger Intervalle die Abweichungen der verschiedenen Mittel im Allgemeinen in engen Grenzen bewegen, nur beim Sekantenmittel tritt der schon erwähnte Ausnahmefall ein, dass die obere Grenze der Abweichung wegen dem Verschwinden von $\varphi'\alpha$ für $\alpha = o$ bis an den äussersten Wert der Differenz der Böschungswinkel gerückt wird.

III. Teil.

Näherungsverfahren zur Auswertung der wahren Oberfläche.

1.

Im engsten Zusammenhang mit der Theorie des Sekantenmittels der Böschungswinkel steht das neuerdings von Professor Penck in das orometrische Programm aufgenommene

Problem der Ermittelung des wahren Areals der krummen Landoberfläche. Bezeichnen wir nämlich mit $\Delta\omega$ ein Flächenelement jener krummen Oberfläche und mit ΔO das entsprechende der Horizontalprojektion, so findet die Beziehung $\Delta\omega = \frac{\Delta O}{\cos\alpha} = \Delta O \sec\alpha$ statt. Die Summe aller Elemente $\Delta\omega$ gibt das gesuchte krumme Areal und dieses ist also gleich $\Sigma\Delta\omega = \Sigma\Delta O \sec\alpha$. Wird dieselbe durch die Summe der Elemente der Horizontalprojection $\Sigma\Delta O$ dividiert, so ist der Quotient $\frac{\Sigma\Delta O \sec\alpha}{\Sigma\Delta O}$, der den Arealüberschuss der krummen Fläche gegenüber der Horizontalprojection anzeigt, ersichtlich gleich der Sekante des sogenannten Sekantenmittels der Böschungswinkel. Wenn es uns demnach gelingt, auf einfache Weise das Sekantenmittel auszuwerten, so haben wir das in Rede stehende Problem auf die Ermittelung des ebenen Areals der Horizontalprojection zurückgeführt und damit gelöst. Hiezu sind aber die im vorigen Abschnitt entwickelten Methoden zur Reduktion der mittels verschiedener Funktionen gebildeten Mittel der Böschungswinkel auf einfache Winkelmittel und umgekehrt sehr geeignet. Das Tangentenmittel ist, wie im 1. Teile ausgeführt wurde, völlig exakt und einfach zu bestimmen; dasselbe kann mit grosser Annäherung (wenigstens innerhalb mässiger Intervalle) auf das Winkelmittel reduciert werden und dieses wiederum lässt sich auf das gewünschte Sekantenmittel umrechnen. Mit der Sekante des letzteren Mittels ist dann das Areal der Horizontalprojection zu multiplicieren, um das Areal der krummen Oberfläche zu erhalten. Die doppelte Umrechnung des Tangentenmittels kann man sich indessen, wie im nächsten Abschnitte genauer erörtert werden soll, sparen, indem man eine direkte Reduktion der Sekante des Tangentenmittels auf die Sekante des Sekantenmittels durchführt, wodurch auch einige Bedenken bezüglich

der Reducierbarkeit des Sekantenmittels kleiner Böschungen auf Winkelmittel beseitigt werden und eine Schätzung der erreichbaren Genauigkeit möglich wird. Indem wir hier zum Teile Resultate von Entwickelungen des nächsten Abschnittes anticipieren, kommen wir zu folgendem Vorschlage der näherungsweisen Bestimmung des Areals einer topographischen Fläche:

Man zerlege die Horizontalprojektion auf der Karte in dreierlei Gebiete von den Arealen P_1, P_2, P_3, welche der Hauptsache nach Böschungen von 0^0-10^0, 10^0-25^0, 25^0-45^0 enthalten, suche in jedem Gebiete für sich das Tangenmittel der Böschungswinkel A_1, A_2, A_3 durch Ausmessung der Isohypsenlängen und der Areale der Gebiete P_1, P_2, P_3. Dann bilde man $\sec A_1$, $\sec A_2$, $\sec A_3$ und korrigiere diese Ausdrücke durch Anfügung der Faktoren 1,0013, 1,0028, 1,0053 zu den entsprechenden Funktionen des Sekantenmittels: $\sec A_1' = 1{,}0013 \sec A_1$; $\sec A_2' = 1{,}0028 \sec A_2$, $\sec A_3' = 1{,}0053 \sec A_3$. Hieraus berechnet sich das gesuchte Areal F nach der Formel:

$$F = P_1 \sec A_1' + P_2 \sec A_2' + P_3 \sec A_3' \qquad 26)$$
$$= 1{,}0013\, P_1 \sec A_1 + 1{,}0028\, P_2 \sec A_2 + 1{,}0053\, P_3 \sec A_3 \ldots.$$

Statt der drei angegebenen Faktoren, die mittleren Verhältnissen entsprechen, müssen in Fällen ausnahmsweiser Verteilung der Böschungswinkel des Gebietes auch andere, zwischen der Einheit und 1,0038; 1,0085, 1,0160 liegende gewählt werden, worüber das im vorigen Abschnitte Gesagte und jedenfalls die Formel 25 genügenden Aufschluss gibt.

Bezüglich der Einteilung in die Gebiete P_1, P_2, P_3 ist zu bemerken, dass es nur von geringem Einfluss ist, wenn ein Gebiet z. B. P_1 kleinere Partien mit Böschungen enthält, die eigentlich in das nächste Gebiet P_2 gehörten; denn dieselben machen ihren Einfluss auf das Tangentenmittel A_1,

im entgegengesetzten Sinne und genau in derselben Grösse geltend, wie sie es beim Mittel A_2 gethan hätten. Nur bei der Umrechnung auf das Sekantenmittel treten sie mit einem etwas veränderten Reduktionsfaktor in Verbindung, so dass sie die Summe thatsächlich, wenn auch nur wenig alterieren. Man braucht also bei Abgrenzung der drei Gebiete P_1, P_2, P_3 nicht allzuängstlich zu sein und umsoweniger, als sich die kleinen Fehler, die durch Uebergreifen des einen Gebietes in's Bereich des anderen entstehen, immer dann teilweise aufheben, wenn solche Uebergriffe wechselseitig, d. h. vom steileren Gebiet in's flachere und umgekehrt erfolgen. Dagegen dürfen horizontale oder nahezu horizontale Partien nie mit ganz steilen zu einem Mittel vereinigt werden und man wird gut thun, vor der Mittelbildung alle innerhalb steiler Partien liegenden horizontalen Flächen auszusondern und mit der Area ihrer Horizontalprojection separat in die Summe F eingehen zu lassen.

Wir haben die Näherungsmethode so vorgetragen, wie sie uns für geographische Zwecke hinreichend genau (auf ca. 0,5 % der auszuwertenden Fläche) erscheint. Man kann dieselbe natürlich durch Einführung der doppelten Zahl von Gebieten, in welchen die Mittel der Böschungswinkel genommen werden weit genauer, nämlich mindestens viermal so genau machen. Denn, erstens ist der Reduktionsfaktor beider Mittel aufeinander unter sonst gleichen Umständen dem Quadrate der Böschungsunterschiede (die nunmehr nur halb so gross sein werden) proportional, zweitens sind die Grenzen, innerhalb der sich der Reduktionsfaktor infolge der Variabilität der Differentialquotienten bewegen kann, enger und drittens hat die für die Auswahl des Reduktionsfaktors im Allgemeinen massgebende Annahme gleichmässiger Verteilung der Böschungen in kleineren Gebieten mehr Wahrscheinlichkeit für sich. Bezüglich weiterer Ausführung und strenger Begründung des hier Vorgebrachten verweisen wir

auf den zweiten Abschnitt dieses Teiles und wenden uns nun zur Besprechung des Näherungsverfahrens, das Herr Professor Penck zur Ermittelung der wahren Oberfläche und mittleren Böschungswinkel vorschlägt.

Die Idee des Zusammenhanges zwischen mittlerer Böschung und Ueberschuss des wahren Areales gegenüber der Projektion, welche unserem Näherungsverfahren zu Grunde liegt, bildet auch das Fundament der Ausführungen Pencks über denselben Gegenstand. Derselbe ist aber im Gegensatze zu unserer Auffassung der Meinung, dass es geratener sei, den Arealüberschuss der krummen Fläche über die Horizontalprojektion direkt zu bestimmen und ihn alsdann zur Berechnung des mittleren Böschungswinkels zu verwenden. Anknüpfend an das umständliche, aber von theoretischem Standpunkte aus tadellose Verfahren von J. Brück [1]) schreibt Penck: [2])

„Weniger zuverlässig, aber rascher durchführbar ist folgendes Verfahren: Man entwirft von der Gegend, deren wahre Oberfläche bestimmt werden soll, ein Netz sich rechtwinklig kreuzender Höhenprofile in gleichem Masstabe von Länge und Höhe und misst auf denselben die wellige Landoberfläche. Daraus berechnet man die mittlere Längszunahme von Schnitten der Landoberfläche in jeder der beiden Profilrichtungen. Durch Multiplikation beider Zunahmen erhält man sodann die Arealzunahme der wahren Landoberfläche gegenüber ihrer Projektion. Je mehr Profile man zieht und je kleiner die Areale sind, deren Oberflächen-

1) Vergleich der aus den Vermessungen hervorgehenden Flächenräume mit jenen, welche in der Natur wirklich vorhanden sind. Mitteilungen des k. k. militärgeographischen Institutes VII. Bd. 1887. Wien.

2) Folgende Stelle aus der noch nicht publicierten „Morphologie der Erdoberfläche" von Penck ist nach dem Citate von J. Beneš (siehe Einleitung) gegeben.

berechnung durchgeführt wird, desto genauere Ergebnisse sind erhaltbar."

Später wird dann das Verhältnis von der Horizontalprojektion zur wahren Oberfläche gleich dem Cosinus eines mittleren Böschungswinkels geseszt, der als „wahrer" bezeichnet wird.

Ein Beweis für die Zulässigkeit des Näherungsverfahrens ist an der citierten Stelle nicht erbracht. Um über diese Zulässigkeit zu entscheiden, thut man gut, sein Augenmerk auf zweierlei Punkte zu lenken. Der erste Punkt betrifft die Zulässigkeit des Verfahrens in einem unendlich kleinen Gebiet. Diese ist, wenn wir den Schlusssatz von Pencks Ausführung richtig deuten, unbedingt behauptet worden. Der zweite Punkt bezieht sich auf den associativen Charakter des Verfahrens, von dem die Berechtigung, aus der Giltigkeit im unendlich kleinen Gebiete auf die Giltigkeit im Endlichen zu schliessen, abhängt. Nach beiden Richtungen hin erweist sich nun das Näherungsverfahren nur für flacheres Gebiet mit kleinen Profilwinkeln als zulässig, wie aus folgender Analyse hervorgeht. Es ist zunächst leicht nachzuweisen, dass selbst bei unendlich vielen Profilen und unendlich kleinen Arealen durch das Penck'sche Verfahren die Arealzunahme der wahren Oberfläche gegenüber der Projektion nicht erhalten wird. Wenden wir dasselbe nämlich auf eine gleichmässig geböschte Ebene an, die übrigens so gross oder so klein sein kann, wie sie will, so zeigt sich Folgendes: Es sei β der Neigungswinkel eines Profiles, das mit der Fallrichtung der Ebene einen Winkel ϑ einschliesst, γ der des dazu senkrechten Profiles, α der Böschungswinkel der Ebene, so ergibt sich aus den rechtwinkligen Dreikanten die von der schiefen Ebene, der Horizontalebene und je einer der Profilebenen gebildet wird (siehe Fig. 1):

$$\operatorname{tg}\beta = \operatorname{tg}\alpha \sin\vartheta \qquad \operatorname{tg}\gamma = \operatorname{tg}\alpha \cos\vartheta$$

Die Längszunahmen in den beiden Profilrichtungen werden:

$$\left.\begin{array}{l} \sec\beta = \sqrt{1 + \mathrm{tg}^2\alpha \sin^2\vartheta^1}\ ;\ \sec\gamma = \sqrt{1 + \mathrm{tg}^2\alpha \cos^2\vartheta} \\ \quad \text{Das Produkt beider:} \\ \sec\beta \cdot \sec\gamma = \sec\alpha \sqrt{1 + \sin^4\alpha \cdot \sin^2\vartheta \cdot \cos^2\vartheta \sec^2\alpha} \end{array}\right\} \ldots\ldots \quad 26)$$

soll nach Penck die Arealzunahme der schiefen Ebene gegenüber der Horizontalprojection geben, während dieselbe doch thatsächlich durch $\sec\alpha$ dargestellt wird. Da der Wert der Wurzel — ausgenommen für $\cos\vartheta = o$ oder $\sin\vartheta = o$ — stets grösser als die Einheit ist, so gibt das Produkt $\sec\beta \cdot \sec\gamma$ in der Regel einen zu grossen und noch dazu von der Wahl der Profilrichtungen abhängigen Wert. Würde man aus ihm nach Pencks Vorschrift den wahren mittleren Böschungswinkel A'' nach der Formel $\sec\beta \cdot \sec\gamma = \sec A''$ berechnen, so müsste man A'' in der Regel grösser finden als den wirklichen Böschungswinkel α, z. B. statt 30^0 möglicherweise gleich 31^0. Hieraus ist leicht zu entnehmen, dass das Penck'sche Verfahren unter Umständen ein Mittel der Böschungswinkel ergibt, das (im Gegensatze zu dem von Neumann) grösser als der grösste Böschungswinkel ist. Andrerseits ist zu bemerken, dass der Fehler, den man bei Anwendung des Verfahrens auf die schiefe Ebene begeht, für mässige Böschungen sehr gering ist und bis zu solchen von 30^0 den Betrag von 1^0 nicht übersteigt. Damit ist allerdings die Zulässigkeit des Verfahrens für mässig geböschte Terrainflächen noch nicht bewiesen, sondern hiezu bedarf es noch einer Untersuchung des zweiten Punktes, nämlich darüber, ob das Verfahren den früher betonten associativen Charakter besitzt, das heisst auf die Summe zweier Gebiete angewendet denselben Wert ergibt, wie die Summation der Einzelwerte jedes Gebietes. Ist dieses der Fall, so können wir aus der näherungsweisen Giltigkeit des Verfahrens für ein unendlich kleines ebenes Flächenelement auf die Giltigkeit für zwei, drei und beliebig viele solche schliessen und damit die Zulässigkeit für jede krumme Fläche,

die als Polyeder von unendlich vielen kleinen Facetten aufgefasst werden kann, beweisen.

Es seien O_1 und O_2 zwei unendlich kleine Gebiete mit den Böschungswinkeln α_1 und α_2 und den Profilwinkeln in zwei zu einander senkrechten Richtungen $\beta_1\ \gamma_1$, $\beta_2\ \gamma_2$. Die wahre Arealzunahme wird dann durch $\frac{O_1 \sec\alpha_1 + O_2 \sec\alpha_2}{O_1 + O_2}$ dargestellt. Sie ist unter Voraussetzung kleiner Böschungswinkel genähert gleich:

$$\frac{O_1 \sec\beta_1 \sec\gamma_1 + O_2 \sec\beta_2 \sec\gamma_2}{O_1 + O_2} \qquad 27)$$

Die beiden Mittel aus den Längszunahmen der Profile sind durch folgende Formeln gegeben:

$$\frac{O_1 \sec\beta_1 + O_2 \sec\beta_2}{O_1 + O_2}, \quad \frac{O_1 \sec\gamma_1 + O_2 \sec\gamma_2}{O_1 + O_2}.$$

Ihr Produkt

$$\frac{(O_1 \sec\beta_1 + O_2 \sec\beta_2)(O_1 \sec\gamma_1 + O_2 \sec\gamma_2)}{(O_1 + O_2)^2}$$

müsste nach Penck der Arealzunahme:

$$\frac{O_1 \sec\beta_1 \sec\gamma_1 + O_2 \sec\beta_2 \sec\gamma_2}{O_1 + O_2}$$

gleich sein. Das ist aber in der That nicht der Fall; die Differenz ν der beiden gleich sein sollenden Ausdrücke ist vielmehr:

$$\nu = \frac{O_1 O_2}{(O_1 + O_2)^2} (\sec\beta_1 - \sec\beta_2)(\sec\gamma_2 - \sec\gamma_1)$$

$$= \frac{4 O_1 O_2}{(O_1 + O_2)^2} \times$$

$$\times \frac{\sin\frac{\beta_1 + \beta_2}{2} \sin\frac{\gamma_1 + \gamma_2}{2} \sin\frac{\beta_1 - \beta_2}{2} \sin\frac{\gamma_2 - \gamma_1}{2}}{\cos\alpha_1 \cos\alpha_2} \ldots \qquad 28)$$

Wie man sieht, ist die Bedingung der Associativität im Allgemeinen nicht streng erfüllt; nur in dem speciellen Falle, wo $\beta_1 = \beta_2$ oder $\gamma_1 = \gamma_2$ ist, d. h. wenn in beiden Gebieten die Profilwinkel in einer Richtung gleich sind, trifft dies zu.

Es würde hiernach nur für Terrainflächen, die die Gestalt eines geneigten Cylinders haben, die Methode nach dieser Richtung einwurfsfrei sein. In Wirklichkeit ist aber der Ausdruck ν solange immer klein, und somit die Associativitätsbedingung $\nu = o$ näherungsweise erfüllt, als die Profilwinkel eine gewisse Grösse (ca. 20^0) nicht überschreiten. Denn der Wert von ν ist annähernd proportional den vierten Potenzen der Profilwinkel, diese in Teilen des Radius gemessen. Für $20^0 = 0{,}35$ beträgt aber diese vierte Potenz nur mehr 0,015.

Somit muss dem Näherungsverfahren Pencks im Gebiete flacherer Böschungen die Anwendungsberechtigung zuerkant werden.

2.

Behufs tieferer Begründung des zu Beginn des vorigen Abschnittes vorgetragenen Näherungsverfahrens zur Auswertung des wahren Areals ist es zweckmässig, einen direkten Vergleich von Tangenten- und Sekantenmittel des Böschungswinkels durchzuführen. Hiezu kann wieder der Hölder'sche Satz benützt werden, wenn wir die Sekante als Funktion der Tangente ausdrücken. Wird demnach $\operatorname{tg} \alpha = v$, $\sec \alpha = u$ gesetzt, so ist die gesuchte Beziehung $u = \psi(v) = \sqrt{1 + v^2}$ und diese hat in der Formel 22 an Stelle von $\varphi(\alpha)$ zu treten, so wie v an Stelle von α selbst. Bezeichnen wir analog dem Früheren:

$$\sec A' = \frac{\int\int^0 \psi(v)\, dx\, dy}{\int\int^0 dx\, dy} \text{ mit } \psi(V'), \text{ wobei } V' = \operatorname{tg} A' \text{ und}$$

$$\operatorname{tg} A = \frac{\int\int^0 v\, dx\, dy}{\int\int^0 dx\, dy} \text{ mit } V, \text{ so lautet der Hölder'sche Satz:}$$

$$\psi(V') - \psi(V) = \sec A' - \sec A = \frac{\mathfrak{M}\, \psi''(v)}{4} M(v(xy) - v(\zeta\eta))^2 \quad 29)$$

Wird statt der Differenz auf der linken Seite successive $V'-V$ und $A'-A$ eingeführt, so ergibt sich nach zweimaliger Anwendung des Fundamentalsatzes der Differentialrechnung:

$$\psi(V')-\psi(V)=(V'-V)\,\mathfrak{m}(\psi'(v))$$
$$=(A'-A)\,\mu(v'(\alpha))\cdot\mathfrak{m}(\psi'(v))$$

Hieraus folgt für die Differenz der beiden Mittel:

$$A'-A=\frac{\mathfrak{M}(\psi''(v))}{4\,\mathfrak{m}(\psi'(v))\cdot\mu(v'(\alpha))}\,M(v(xy)-v(\zeta\eta))^2 \ldots. \quad 30$$

Dabei bedeuten $\mathfrak{M}(\psi''(v))$, $\mathfrak{m}(\psi'(v))$, $\mu(v'(\alpha))$ Werte der betreffenden Ableitungen, die zwischen den Extremen innerhalb des Intervalles liegen und $M(v(xy)-v(\zeta\eta))^2$ das Mittel aus den Quadraten der Differenzen der Tangenten zweier beliebiger Böschungswinkel. Wir stellen nun wieder eine Tabelle der Funktionen v, $\psi(v)$ und ihrer Differentialquotienten für die schon früher beobachteten Intervalle zusammen.

Tabelle III.

α	0^0	10^0	25^0	45^0
$v=\operatorname{tg}\alpha$	0,0000	0,1763	0,4663	1,0000
$u=\sec\alpha$	1,0000	1,0154	1,1034	1,4142
$\frac{du}{dv}=\sin\alpha$	0,0000	0,1736	0,4226	0,7071
$\frac{d^2u}{dv^2}=\cos^3\alpha$	1,0000	0,9551	0,7445	0,3536
$\frac{dv}{d\alpha}=\frac{1}{\cos^2\alpha}$	1,0000	1,0311	1,2174	2,0000

Dieselbe lehrt uns, dass im ganzen Intervall ψ'', ψ', v' positiv sind, infolgedessen auch die Differenz $A'-A$ positiv wird. Daher ist das Sekantenmittel stets grösser als das Tangentenmittel.

Um die Grösse des Unterschiedes auszuwerten, sollen wieder die extremen Werte des Quotienten $\frac{\mathfrak{M}}{\mathfrak{m} \cdot \mu}$ in den drei Teilintervallen $0-10^0$, 10^0-25^0, 25^0-45^0 berechnet werden, was mit Hilfe obiger Tabelle leicht geschehen kann. Das Mittel M aus den Differenzenquadraten der Böschungen werde zu $\frac{1}{6}$ des Quadrates der grössten Differenz des Intervalles angenommen.[1]) Dann ergeben sich die in folgender Tabelle zusammengestellten Grenzwerte für die Differenz beider Mittel. Ihnen ist noch diejenige (mittlere) Differenz beigefügt, welche sich herausstellt, wenn die Böschungswinkel so verteilt sind, dass gleichen Differenzen ihrer Tangenten gleiche Areale der Horizontalprojektion entsprechen. Diese Verteilung ist etwas, doch nicht allzusehr verschieden von der früher angenommenen, wo gleichen Differenzen der Winkel gleiche Areale der Horizontalprojektion zugehörten, daher stimmen auch die dort angegebenen Unterschiede von $A-A_0$ und $A'-A_0$ nahezu mit der Differenz $A'-A$ der folgenden Tabelle überein. Die drei letzten Zeilen der Tabelle sind bestimmt, über die Grösse des Fehlers zu belehren, den man begeht, wenn man zur Berechnung des wahren Areals der Terrainoberfläche an Stelle des Sekantenmittels das Tangentenmittel setzt. Hiezu dient uns die Formel 29, durch welche der Unterschied von $\sec A'$ und $\sec A$ ausgedrückt oder, genauer gesagt, in 2 Grenzen eingeschlossen wird. Das Verhältnis der obern und untern Grenze dieses Unterschiedes zu $\sec \alpha$ in der Mitte des betreffenden Intervalles haben wir in Procenten ausgedrückt und den beiden vorletzten Rubriken der Tabelle einverleibt. Da wir aber auf die Kenntnis des Tangentenmittels allein nicht beschränkt sind, sondern den Unterschied gegenüber dem Sekantenmittel mit ziemlicher Annäherung berechnen können, so werden wir bei der Areal-

1) Vergleiche II. Teil, 2. Abschnitt, Seite 65.

bestimmung an sec A eine Correktion anbringen und dadurch den Fehler noch bedeutend herabmindern. Wir wählen für dieselbe das Mittel aus der oberen und unteren Grenze der Differenz sec A' — sec A, d. h. für die 3 betrachteten Intervalle, also 0,126 %, 0,284 %, 0,534 % und kommen damit zu den im vorigen Abschnitt benützten, angenäherten Correktionsformeln:

$$\sec A'_1 = 1{,}0013 \sec A;\ \sec A'_2 = 1{,}0023 \sec A;\ \sec A'_3 = 1{,}0053 \sec A_3.$$

Tabelle IV.

Intervall		0°—10°	10°—25°	25°—45°
Grösster Unterschied	der Tangenten	0,1763	0,2900	0,5337
	der Winkel	10°	15°	20°
Mittlerer Unterschied	der Tangenten	0,0720	0,1184	0,2179
	der Winkel	ca. 4°	ca. 6°	ca. 8° 30′
Unterschied von Sekanten- und Tangentenmittel der Böschungswinkel	Obere Grenze	10° 0′	1° 4′	0° 59′
	Untere Grenze	0° 24′	0° 17′	0° 10′
	Medium	0° 45′	0° 31′	0° 23′
Fehler bei der genäherten Arealsberechnung	Obere Grenze	0,129 %	0,319 %	0,724 %
	Untere Grenze	0,123 %	0,249 %	0,344 %
	Mit Correktur	0,003 %	0,035 %	0,190 %

Die letzte Zeile der Tabelle gibt die noch verbleibende Unsicherheit, wenn sec A um das Mittel der oberen und unteren Grenze der Differenz sec A' — sec A vergrössert wird. Aus der Tabelle IV ersehen wir, dass die Differenz von Sekanten- und Tangentenmittel in flacheren Partien sehr erheblich werden kann, in steilen dagegen geringer bleibt, was wieder mit dem Verschwinden von $\psi'(v)$ für $v = o$ zusammenhängt. Dagegen ist der Unterschied von sec A' — sec A, der für die Arealauswertung massgebend ist, verhältnismässig unbedeutend und in Anbetracht des Umstandes, dass obige

Intervalle sich wie 2:3:4, ihre Quadrate aber, die jenen Unterschied mitbestimmen, wie 4:9:16 verhalten, sehr konstant. Ganz unbeträchtlich sind die in der Unsicherheit der Correktion der Mittel auf einander begründeten Differenzen. Dabei ist im Auge zu behalten, einerseits, dass die in der Tabelle angeführten Procentzahlen für den angenommenen Mittelwert von $M = \frac{D^2}{6}$ zwar den äussersten Wert darstellen, andrerseits aber, dass jener Mittelwert nur bei annähernd gleicher Verteilung der Böschungen vollkommen richtig ist, bei gleichmässigem und ausschliesslichem Vorherrschen der beiden extremen Böschungen des Intervalles dreimal so gross werden und beim Vorherrschen einer Böschung nahezu verschwinden kann. Immerhin dürfte bei einiger Aufmerksamkeit der nach Anbringung der Correktur zu befürchtende Fehler einer Arealsauswertung unter 0,5 % bleiben. Würde man den drei in Betracht gezogenen Intervallen ein viertes hinzufügen, das Böschungen von 45° bis 70° umfasst, so würde selbst für dieses die Differenz $\sec A' - \sec A$ nur 1,2 % und die Unsicherheit derselben 0,8 % ausmachen, obwohl das Intervall auf 25° ausgedehnt ist.

Es ist übrigens durchaus nicht nötig, sich bei Anwendung unseres Verfahrens sklavisch an die gegebenen Intervalle zu halten, die unter Berücksichtigung allgemeiner Verhältnisse mehr zur Exemplifikation gewählt wurden. In speciellen Fällen werden sich vielfach andere Intervalle naturgemäss darbieten. Die Ausführungen dieses Abschnittes gestatten dann eine einfache Berechnung der wahrscheinlichsten Correktur, die zur Arealsberechnung an die Sekante des Tangentenmittels anzubringen ist.

Am Schlusse unserer Ausführungen angelangt, wollen wir noch zu der naheliegenden Frage Stellung nehmen, ob das Tangenten- oder das Sekantenmittel des Böschungswinkels

zum allgemeinen Gebrauche als Mass für die Neigung des Terrains zu empfehlen sei. Obwohl wir theoretisch beide Mittel als rationelle und wohldefinierte völlig gleich stellen, müssen wir die Frage unbedingt zu Gunsten des Tangentenmittels beantworten und zwar aus zweierlei Gründen, die sich einerseits auf die Bedeutung der Mittel, andrerseits auf die Auswertung derselben beziehen. In Bezug auf erstere ist zu bemerken, dass, was immer für Eigentümlichkeiten des Terrains man auch durch den mittleren Böschungswinkel wird ausdrücken wollen, sei es die Ungangbarkeit desselben, die Wildheit der Gewässer, die Erhabenheit der Formen, immer werden zur Hervorbringung dieser Eigentümlichkeiten die einzelnen Teile in einem Masse beitragen, das weit eher mit der Tangente als der Sekante des betreffenden Böschungswinkels zusammenhängt, wenigstens gilt dies für flachere Böschungen. Die Schwierigkeiten, z. B. bei Anlage und Gebrauch eines Weges in Böschungen von 1^0 und 10^0 verhalten sich eher wie 1 : 10 (entsprechend den Tangenten) als wie 1 : 1,015 (entsprechend den Sekanten), ein Gleiches gilt von der Erosionsfähigkeit des Meteorwassers und der landschaftliche Eindruck eines welligen Rückens mit wechselnden Neigungen von 5^0 ist jedenfalls eher 6,6 als 1,15 mal geringer, wie der eines Gebirgskammes, welcher Neigungen von 30^0 aufweist. Was nun die Auswertung betrifft, so ist zu Gunsten des Tangentenmittels anzuführen, dass es durch Messung einer einfachen Reihe schon vorgezeichneter Linien, der Isohypsen nämlich, so genau bestimmt werden kann, als die Isohypsen das Terrain auszudrücken vermögen. Hiemit kann das Sekantenmittel überhaupt nur mehr insofern konkurrieren, als es durch das abkürzende Verfahren Pencks gefunden werden kann und nicht etwas wie bei Kurowski durch vorgängige Aufsuchung einer doppelt ausgedehnten Reihe von Einzelböschungen. Aber selbst jenes Näherungsverfahren verlangt, abgesehen davon, dass es nur

in flacheren Gebieten gilt, die Messung zweier einfacher Reihen erst zu konstruierender Curven, der Profile nämlich, von welchen eine ungleich grössere Zahl nötig ist, um das Terrain ebenso genau auszudrücken, wie es durch Isohypsen geschieht. Die Einwendungen gegen den ausschliesslichen Gebrauch des Sekantenmittels lassen sich somit in dem Satz zusammenfassen, dass dasselbe in flacheren Gebieten, wo es noch einigermassen einfach ausgewertet werden kann, kein richtiges Mass darstellt und in steileren Partien, wo jener Vorwurf nicht gilt, seine Ausmittelung zu schwierig ist. Dass das Penck'sche Verfahren zur Berechnung des wahren Areals flacher Gebiete tauglich ist, soll dabei nicht bestritten werden.

Der Vorwurf einer zu langwierigen Auswertung wird auch dem von uns befürworteten Tangentenmittel nicht durchwegs erspart bleiben. Zwar ist die nach der Sonklar'schen und verwandten Methoden nötige Ausmessung eines Hunderts von Profilwinkeln keine kleine Arbeit, aber immerhin wird sie Vielen näher liegen als das Verfolgen eines Dutzend vielfach gewundener Niveaulinien mit dem Messrädchen. Hingegen ist zu betonen, dass die Mittelbildungen aus Profilwinkeln ein durchaus subjektives Moment enthalten, das in der Richtung der Profile, in der Wahl der obern und untern Endpunkte und vor allem aber in der Verteilung über die Fläche begründet ist. Dieses subjektive Moment durch Regeln einschränken zu wollen, deren Anwendung und Berechtigung in allen Fällen zweifellos ist, wird bei der Mannigfaltigkeit der natürlichen Terrainformen und bei der Fülle der unmerklichen Uebergänge von einer zur andern nie gelingen. Die erhaltenen Zahlen gelten dann nur soweit, als sie der Augenschein bestätigt, wo er widerspricht, wird stets die Ursache in die Methode verlegt werden. Thatsächlich finden sich in der orometrischen Literatur Belege dafür, dass unerwartete Böschungsmittel hinterher durch

die tiefe Lage eines entfernten Thales, das mit zur Bildung der Sockelhöhe benützt oder eines niederen Rückens, der in die Kammhöhe einbezogen wurde, durch mangelhafte Dachform der Kämme und dergleichen mehr plausibel gemacht werden mussten. Solch' zweifelhafter Stützen bedarf das Tangentenmittel nicht; es ist eine für jedes Gebiet klar definirte Grösse, die in gesetzmässiger und unparteiischer Weise jede Einzelheit berücksichtigt. Die Unterschiede in den Tangentenmitteln verschiedener Gebiete haben demnach, sobald sie den Betrag des leicht kontrolierbaren Messungsfehlers überschreiten, eine tiefere, im Aufbau des Terrains begründete Bedeutung und berechtigen zu Schlüssen.

Man wird vielleicht einwenden, es handle sich ja gar nicht um die Berücksichtigung aller regellosen Einzelheiten; es seien vielmehr die grossen Formen, an welchen man Gesetze nachweisen will, zu berücksichtigen und gerade hiefür seien Methoden geeignet, die dem subjektiven Ermessen eine passende Unterdrückung nebensächlicher Details gestatten. Auch diesem Standpunkt kann sich unsere Methode anschmiegen. Man entwerfe nur eine Curvenkarte, die durch Wahl einer grossen Aequidistanz und Weglassung unnötiger Krümmungen der Isohypsen entsprechend schematisiert ist und wende auf diese die angegebene Methode an. Die Arbeit der Auswertung kann hiebei durch weitgehende Schematisierung beliebig klein gemacht werden. Die Verantwortung dafür, dass die gezogenen Schlüsse nicht durch die Art und den Grad der Schematisierung beeinflusst sind, möge dann dem Kartenzeichner zufallen, die mathematische Methode der Mittelbildung aber bleibe rein von persönlicher Willkür.

Sitzung vom 1. März 1890.

1. Herr E. Lommel macht eine Mittheilung: „Phosphoro-Photographie des ultrarothen Gitterspectrums."

2. Herr L. Sohncke legt vor und bespricht zwei Abhandlungen:

a) „Nachträgliches zur Theorie der Luftelektricität." Eine Abwehr.

b) „Die schliessliche Dicke eines auf Wasser sich ausbreitenden Oeltropfens."

3. Herr L. Radlkofer hält einen Vortrag: „über die Gliederung der Familie der Sapindaceen."

Phosphoro-Photographie des ultrarothen Gitterspectrums.

Von E. Lommel.

(Mit Taf. I u. II.)

(*Eingelaufen 1. März.*)

Nach der in einer früheren Mittheilung[1]) dargelegten und dort auf das prismatische Spectrum angewendeten phosphorographischen Methode hat Herr L. Fomm auf meine Veranlassung und unter meiner Leitung nunmehr auch den

1) Lommel, Münch. Stzgb. XVIII. p. 397. 1888. — Auf der jener Mittheilung beigegebenen phototypischen Spectraltafel sind die Bezeichnungen X_2 und X_3 mit einander zu vertauschen.

rothen und ultrarothen Theil des Gitterspectrums der Sonne photographirt.

Es diente hiezu ein Rowland'sches Concav-Gitter von $1^m,8025$ Radius (etwa 6 Fuss engl.) mit 14436 Strichen auf den engl. Zoll (568 Striche per mm).

Der Spalt war fest aufgestellt im Kreuzungspunkt zweier zu einander rechtwinkliger horizontaler Schienenstränge, deren einer parallel, der andere senkrecht steht zur Richtung der einfallenden Sonnenstrahlen. Gitter und Auffangschirm bewegen sich längs dieser Schienen vermöge zweier kleinen Rollwagen, die durch eine Stange von der Länge des Krümmungsradius des Hohlgitters mit einander verbunden sind. Diese Stange ist an ihren Enden, welche das Gitter und die Bildfläche tragen, drehbar um Zapfen, die sich auf der Mitte jedes Wagens erheben. Die optische Axe des Hohlgitters und die Normale der Bildfläche sind zur Stange parallel gerichtet. Vermöge dieser von Rowland angegebenen Einrichtung bleiben während der Bewegung der Rollwagen Spalt, Gitter und Bildfläche stets auf einem Kreise, dessen Durchmesser gleich dem Radius des Hohlspiegels ist, und die Bildfläche befindet sich automatisch stets im Focus des Gitters.

Das Sonnenlicht, welches ein Uhrwerkheliostat in das Dunkelzimmer warf, wurde mittels Linse auf dem Spalte concentrirt. Da das vom Gitter unmittelbar auf der phosphorescirenden Fläche entworfene Spectrum nicht intensiv genug war, um hinreichend stark auf die Platte zu wirken, so wurde vor das Gitter noch eine achromatische Linse von 95 cm Brennweite geschaltet, welche den Focus des Gitters verkürzte, und die Platte entsprechend näher gerückt. Sind Linse und Bildfläche auf der Stange in der richtigen Lage festgestellt, so bleibt auch jetzt bei Bewegung der Stange die Bildfläche stets im Focus.

Diese Linse, in der Steinheil'schen Werkstätte vorzüglich ausgeführt, ist kein gewöhnliches Achromat, sondern sie

vereinigt die Strahlen der Linie A ($\lambda = 760$) mit den ultrarothen Strahlen von der Wellenlänge 950. Um eine solche Linse zu berechnen, mussten für die beiden anzuwendenden Glassorten nebst den Brechungscoefficienten für die Linie A auch diejenigen für die Wellenlänge 950 gegeben sein; dieselben wurden aus der bereits bewährten Formel[1])

$$n^2 - 1 = \frac{a + b\lambda}{1 - \frac{\lambda_0^2}{\lambda^2}}$$

berechnet, nachdem deren Constanten mittels der bekannten Brechungscoefficienten für die Fraunhofer'schen Linien bestimmt waren.

Von den Spectren des Gitters wurde dasjenige zweiter Ordnung als das lichtstärkste zur Aufnahme benutzt. Um die störende Wirkung des dritten Spectrums, dessen brechbareres Ende über das weniger brechbare des zweiten übergreift, auszuschliessen, war die Oeffnung des Heliostaten mit einem rothen Glase bedeckt.

Die phosphorescirende Fläche war 15 cm lang und 2 cm breit; dieselben Dimensionen haben daher die jedesmal aufgenommenen Spectraltheile. Ebenso lang (6 engl. Zoll) waren Abney's[2]) photographische Platten; während aber bei Abney diese Erstreckung das Spectrum von A ($\lambda = 760$) bis $\lambda = 1075$ umfasste, waren bei uns drei Platten erforderlich, um das Spectum von B ($\lambda = 687$) bis $\lambda = 950$ zu fassen, wobei dafür Sorge getragen wurde, dass eine bemerkenswerthe Liniengruppe, mit welcher eine Platte endigte, sich am Anfang der folgenden Platte wiederholte.

Abney hat die Abstände der Linien auf seinen Photogrammen mikrometrisch gemessen und aus diesen Messungen

1) Wüllner, Münch. Stzgsb. XIV. Wied. Ann. XXIII. 1884. Lommel, Münch. Stzgsb. XVI. Wied. Ann. XXX. 1887.

2) Abney, Philos. Transact. Vol. 171. p. 653. 1880. Vol. 177. p. 457. 1887.

die zugehörigen Wellenlängen abgeleitet. Hienach wurden in 20fach vergrössertem Massstab die schönen Zeichnungen des ultrarothen Gitterspectrums entworfen, welche seinen Abhandlungen beigegeben sind.

Um unser phosphorographisches Spectrum mit dem photographischen Abney's zu vergleichen, wurden von den Originalplatten auf photographischem Wege in vier Abtheilungen vergrösserte Copien hergestellt und diese mit einer Wellenlängen-Scala versehen. Als Anhaltspunkte für die Eintheilung dienten die Linien B ($\lambda = 687$) und die feine Linie ($\lambda = 762$), mit welcher die nach A gegen Ultraroth hin folgende bemerkenswerthe Liniengruppe beginnt. Diese Theilung wurde längs des ganzen Spectrums fortgesetzt.

Die so erhaltenen vier Spectralstreifen sind, phototypisch reproducirt, auf Tafel I und II der gegenwärtigen Notiz beigegeben. Obgleich diese Reproductionen an Schärfe den ursprünglichen Platten nachstehen und manche auf diesen vorhandenen sehr feinen Linien nicht oder nur undeutlich wiedergeben, liefern sie doch ein charakteristisches und von subjectiver Auffassung völlig freies Bild von dem Habitus dieses Spectralgebietes.

Die Vergleichung mit dem Abney'schen Spectrum ergibt sehr nahe Uebereinstimmung; die von ihm mit Z, X_{I}, X_{II}, X_{III}, X_{IV}, Y bezeichneten Linien treten auch hier an den entsprechenden Stellen deutlich hervor; wo bei Abney zwischen den Gruppen stärkerer Linien sich Zwischenräume mit nur schwachen Linien finden, ist dies auch in unserem Spectrum der Fall. Auch die an der Scala abgelesenen Wellenlängen stimmen mit den Werthen Abney's meist bis zur vierten Ziffer überein.

Diese Uebereinstimmung beweist, dass die schon mehrfach beschriebenen optischen Eigenthümlichkeiten der phosphorescirenden Substanz der richtigen Wiedergabe der Spectrallinien nicht hinderlich sind, und insbesondere nicht zu

neuen der Lichtquelle fremden Linien Anlass geben. Die Maxima der Auslöschung bewirken nur, dass an den entsprechenden Stellen der Untergrund des Spectrums als breites helleres Band erscheint, auf welchem die Sonnenlinien um so deutlicher hervortreten. Am ungünstigsten für die Phosphorographie ist das merkwürdige neutrale Gebiet von $\lambda = 800$ bis $\lambda = 865$, das sogenannte „helle Rechteck", wo die auslöschende Wirkung eine sehr geringe ist. Dieses Gebiet, auf der phosphorescirenden Fläche hell bleibend, erscheint auf der photographischen Platte als eine breite verwaschene dunkle Zone, welche jedoch wegen der grösseren Dispersion des Gitters in dem vorliegenden Spectralbild weit weniger scharf hervortritt, als in den früher mitgetheilten prismatischen Spectren. Aber auch in dieser dunklen Zone haben sich nicht nur die dahin fallenden starken Linien Z, X_{I}, X_{II}, X_{III}, sondern auch eine Anzahl feinerer Linien hinreichend deutlich abgebildet.

Auch zur Erforschung der Emissionsspectra der Metalldämpfe im elektrischen Flammenbogen hat sich die phosphoro-photographische Methode bereits als geeignet erwiesen, und werden Versuche in dieser Richtung fortgesetzt.

Nachträgliches zur Theorie der Luftelektricität.

Eine Abwehr.

Von L. Sohncke.

(Eingelaufen 1. März.)

Kürzlich hat Herr Franz Exner[1]) „Bemerkungen" zu meiner Theorie der Luftelektricität veröffentlicht, welche geeignet sind, die Vorstellung zu erwecken, als seien die Rechnungen, die ich zur Stütze meiner Ansicht über die periodischen Veränderungen der Luftelektricität ausgeführt habe, ohne Beweiskraft, und als „fühle ich selber das Unzureichende meiner Deduktionen." Herr Exner spricht auch von einem von mir begangenen Fehler, den auch Herr Kollert bemerkt habe, u. s. f. Demgegenüber erkläre ich hiermit, dass ich durchaus keinen Anlass habe, von meiner Arbeit „Beiträge zur Theorie der Luftelektricität"[2]) irgend etwas zurückzunehmen, sondern dass ich sie ihrem ganzen Umfange nach voll aufrecht erhalte. Ich muss aber ferner hinzufügen, dass der ungünstige Schein, den Herrn Exner's Bemerkungen auf mich werfen, nur daher rührt, dass in denselben keine volle Objectivität waltet.

In seiner Abhandlung: „Ueber die Ursache und die Gesetze der atmosphärischen Elektricität"[3]) hatte Herr Exner

1) Exners Repertorium d. Physik. **25.** 1889. S. 743 ff.

2) Sitzgsber. d. math.-phys. Classe d. k. bayr. Akad. d. Wiss. München. 1887. S. 21 ff.

3) Sitzgsber. d. k. k. Akad. d. Wiss. **113.** II. Abth. Wien. 1886. S. 50.

gelegentlich der Besprechung meiner Theorie der Luftelektricität gesagt: „Es kann also auf diese Weise der Unterschied zwischen Sommer und Winter nicht erklärt werden. Das Gleiche gilt von den täglichen Maximis und Minimis des Potentialgefälles.“ Dieser Ausspruch veranlasste mich, im zweiten Theil meiner „Beiträge“ meine Vorstellungen über die Ursachen der periodischen Aenderungen der Luftelektricität rechnerisch zu verfolgen. Um dies überhaupt ausführen zu können, bediente ich mich derselben schematisch vereinfachten Betrachtung, die ich schon bei der ersten Auseinandersetzung meiner Theorie[1]) gelegentlich angewandt hatte. Statt die durch Reibung positiv elektrisirten Eistheilchen oberhalb der Isothermfläche 0 Grad, und die negativ elektrisirten Wassertheilchen unterhalb jener Fläche, in ihrer Gesammtheit zu berücksichtigen, betrachtete ich in erster Annäherung nur die Isothermfläche 0°, welche ja im Grossen jene beiden Arten von entgegengesetzt elektrisirten Theilchen scheidet und zugleich mit ihnen ihre Höhenlage ändert; dieselbe war dabei als positiv elektrisch vorauszusetzen. — Im Schlussparagraphen jener Abhandlung ziehe ich das Facit der Rechnungen in Bezug auf die Tages- und die Jahres-Periode der Luftelektricität. Es lautet dahin, dass zunächst die Tagesperiode der Luftelektricität sich auf Grund jener Rechnungen als vollkommen begreiflich herausstellt. Hierüber findet sich in Herrn Exner's Bemerkungen kein Wort! Sodann gehe ich zur Jahresperiode über und sage: „Es folgt, dass die zu diesen Gleichungen führende schematische Annahme, als sei die Erdoberfläche einerseits, die Isothermfläche Null andererseits, der wahre Sitz der ganzen negativen, resp. positiven Luftelektricität, nicht ausreicht, um die Jahresperiode zu erklären.

1) Der Ursprung der Gewitter-Elektricität u. s. f. Jena. Fischer 1885. S. 56.

Jene Annahme ist aber auch nur zur Ermöglichung einfacherer Rechnungen gemacht, während die Grundhypothese wesentlich anderes fordert." Und nun erörtere ich weiter, — ohne Rechnung — wie auch die Jahresperiode aus meiner Hypothese im Allgemeinen ihre Erklärung findet.

Herr Exner hat also nur darin Recht, dass die schematisch vereinfachte Annahme (einer positiv elektrischen Isothermfläche Null), die bei vielen Gelegenheiten in erster Annäherung an Stelle der wahren Forderungen meiner Theorie sich brauchbar erweist, für die Erklärung der Jahresperiode nicht ausreicht. Aber ungerechtfertigt ist es, wenn er behauptet, ich „nehme, um nun doch zu einer Erklärung der jährlichen Periode zu kommen, **neuerlich** an, dass die Steigerung des Potentialgefälles im Winter durch das allmähliche Herabsinken des negativ elektrischen Wassers zur Erde hervorgerufen sei." Als ob diese Vorstellung nicht schon von vornherein ganz wesentlich in meiner Theorie enthalten gewesen wäre!

Den ganzen zweiten Theil meiner „Beiträge", nur mit Weglassung des Rechnungsdetails, habe ich übrigens $1^1/_2$ Jahre nach ihrer ersten Veröffentlichung, in Begleitung einiger anderen Betrachtungen in der Abhandlung: „Gewitter-Elektricität und gewöhnliche Luftelektricität" in der meteorologischen Zeitschrift[1]) nochmals zum Abdruck gebracht. Wer sich die Mühe nimmt, meine auf die Luftelektricität bezüglichen Abhandlungen und meine Schrift „der Ursprung der Gewitter-Elektricität u. s. f." wirklich zu lesen, wird sich überzeugen, dass ich nicht zu viel behauptet habe mit dem Ausspruch (Beiträge S. 22): „ich führe den Nachweis, dass die periodischen Aenderungen der Luftelektricität sich als nothwendige Folge aus meinen Grundannahmen ergeben."

---

1) November 1888. S. 413—425.

Und nun noch zwei Worte zu Herrn Exner's auf meine Beobachtungen und Versuche bezüglichen Bemerkungen. Zunächst ist mir unerfindlich, woraus er die Berechtigung zu der falschen Behauptung schöpft, ich hätte niemals Beobachtungen über Luftelektricität angestellt. Muss man denn nothwendiger Weise jede Beobachtung, die man macht, auch drucken lassen? — Sodann behauptet Herr Exner von meiner Wiederholung seiner Versuche über die Verdampfungsgeschwindigkeit elektrisirter Flüssigkeiten, „ich gelangte dabei zu keinem definitiven Resultat.“ Hingegen lautet das von mir gewonnene Resultat sehr bestimmt folgendermassen (Beiträge, S. 26): „Auf Grund meiner Versuche schliesse ich, dass die von Herrn Exner angegebene Versuchsanordnung nicht geeignet ist, mit irgend welcher Sicherheit den Nachweis zu liefern, dass eine elektrisirte Wasserfläche schneller verdunstet als eine unelektrisirte.“

Die schliessliche Dicke eines auf Wasser sich ausbreitenden Oeltropfens.

Von L. Sohncke.

(Eingelaufen 1. März.)

1. Fragestellung. Wenn ein Tropfen einer Flüssigkeit A auf einer anderen Flüssigkeit B liegt, während Luft oder eine dritte Flüssigkeit C darüber ausgegossen ist, so wirken an jedem Linienelement der Randlinie des Tropfens die Oberflächenspannungen der drei Trennungsflächen (A, B) (A, C) und (B, C) als Zugkräfte, indem jede der drei Oberflächen sich möglichst zusammenzuziehen sucht. Sind aber diese drei Kräfte von solcher Grösse, dass die Oberflächenspannung in der Grenze (B, C) grösser ist als die Summe der Oberflächenspannungen in der unteren und oberen Grenzfläche des Tropfens (A, B) und (A, C), so kann kein Gleichgewicht zu Stande kommen, also kein Tropfen bestehen. Vielmehr weicht dann die Oberfläche der umgebenden Flüssigkeit zurück, ihrer eigenen Oberflächenspannung folgend, und zieht den Flüssigkeitstropfen A allseitig auseinander.[1]) Dieser Vorgang der Ausbreitung einer Flüssigkeit auf einer anderen ist schon mehrfach untersucht; namentlich sind die einzelnen Phasen der Ausbreitung von Oel auf Wasser von Quincke[2]) und besonders eingehend von Marangoni[3]) studirt worden.

---

1) Vgl. z. B. J. C. Maxwell: Theorie d. Wärme. Deutsch von Auerbach. Breslau 1877. § 81 und 82.

2) Poggend. Annalen. **139.** 1870. Seite 74 ff.

3) „ „ **143.** 1871. Seite 377 ff.

Aber die Frage: „Bis zu welcher Dicke ein auf einer anderen Flüssigkeit sich ausbreitender Tropfen abnimmt", scheint bisher noch nicht gestellt worden zu sein. Und doch ist ihre Beantwortung schon deshalb nicht ohne Wichtigkeit, weil sie einen Schluss auf die Wirkungsweite der Molekularkräfte zu ziehen gestattet.[1]) Aus diesem Grunde habe ich einige Versuche über die Ausbreitung von Olivenöl und von Rüböl auf Wasser gemacht und mich dabei bemüht, für die schliessliche Dicke der Oelscheibe wenigstens angenäherte Werthe zu gewinnen. Ich beschreibe zunächst den Ausbreitungsvorgang, soweit es für den vorliegenden Zweck nöthig ist, gehe sodann auf die Art der Messungen ein, und ziehe aus den Ergebnissen endlich den Schluss auf den Radius der Wirkungssphäre der Molekularkräfte.

2. Der Vorgang der Ausbreitung. In dem Augenblick, wo man das am Ende eines Drahts hängende sehr kleine Oeltröpfchen mit der Wasserfläche in Berührung bringt, beginnt das Oel mit rapider Geschwindigkeit sich zu einer zusammenhängenden kreisscheibenförmigen Haut auszubreiten und zeigt dabei namentlich im centralen Theile lebhafte Interferenzfarben. Innerhalb eines kleinen Bruchtheils einer Sekunde[2]) hat die Scheibe einen Halbmesser von

1) Die ganz ähnliche Aeusserung von Marangoni (a. a. O. S. 347, Nr. 16): „Ja das Ergebniss der Oelschicht wird vielleicht soweit führen festzustellen, wie weit die Molekularthätigkeit empfindbar sei, da man die Dicke der Oelschicht, welche das Wasser bedeckt, messen kann", bezieht sich, wenn ich ihn recht verstehe, nicht auf die Ausbreitung, sondern auf die Erscheinung, dass die Erhebung des Wassers in einer Capillaren verringert wird, wenn man seine Oberfläche mit einer Oelschicht bedeckt (a. a. O. S. 343).

2) Marangoni schätzte auf einem grossen Wasserbassin, dessen Oberfläche er zuvor mit Staub bedeckt hatte, die Geschwindigkeit, mit welcher der Rand des sich ausbreitenden Tropfens fortschritt, zu 2 Meter in der Sekunde; „aber dieselbe ist viel grösser, wenn die Oberfläche des Wassers ganz rein ist" (a. a. O. Nr. 5, S. 340 oben).

einigen Centimetern erlangt, ist dabei fast farblos, nämlich gleichmässig bläulich grau geworden, und zerfällt sofort in sehr viele, sehr kleine Tröpfchen oder Scheibchen, welche noch eine kurze Zeit lang die centrifugale Bewegung beibehalten. So wie er hier geschildert ist, vollzieht sich der Vorgang, wenn man — wie ich es stets that — nur die allerwinzigsten Tröpfchen anwendet. Die von mir beobachtete Ausbreitung scheint im Wesentlichen nur jene Phasen der Erscheinung darzubieten, welche Marangoni[1]) die „Franse" des regenbogenfarbigen Flecks (mit „sehr wenig bemerkbarer blauer Schattirung") und den „farblosen Schleier" nennt.

Ist die Wasserschale nicht gross genug für den angewandten Tropfen, so erfolgt die Ausbreitung langsamer und führt auch nicht sogleich zur Zerreissung. Weil nämlich das sich zurückziehende Wasser, sowie das ihm folgende Oel jetzt gegen die Wandungen hin aufzusteigen beginnt, so muss eine Verzögerung der Geschwindigkeit eintreten. In solchem Falle erscheint die ganze Schale von einer farbigen Oelscheibe bedeckt, die erst später zerreist. — Ist dagegen die Wasserschale zu gross für das angewandte Tröpfchen, so erfolgt die Ausbreitung so schnell, dass der Moment der Scheibenauflösung überhaupt kaum mehr beobachtbar ist. — Durch Probiren ermittelt man die geeignete Weite der Schale und die geeignete Tropfengrösse, damit das Zerreissen der ganzen Oelscheibe gerade dann eintrete, wenn sich der Scheibenrand nicht mehr allzufern von der Schalenwand befindet. Unter diesen Umständen ist die Ausbreitung wenigstens einigermassen verlangsamt und daher der Beobachtung etwas zugänglicher. Namentlich fahren jetzt nach der Zerreissung die entstandenen Tröpfchen nicht noch viel weiter auseinander; sie müssten ja nach den Wänden hin aufsteigen!

---

1) a. a. O. Nr. 22 S. 349 und Nr. 21 S. 349.

So ist die nachträglich mit Tröpfchen bedeckte Fläche nur wenig grösser als die Oelscheibe im Augenblicke des Zerreissens.

Wenn die Wasserschale die geeignete Grösse für das angewandte Tröpfchen hat, vor Allem, wenn sie nicht zu klein ist, so ist die Oelscheibe unmittelbar vor dem Zerfall ihrer ganzen Ausdehnung nach gleichmässig bläulich-grau gefärbt, und der Zerfall geschieht merklich gleichzeitig in allen möglichen Entfernungen vom Centrum. Daher ist man zu dem Schlusse berechtigt, dass unter diesen Umständen unmittelbar vor dem Zerfall die Oelscheibe in ihrer ganzen Ausdehnung nahezu d eselbe Dicke (d) hat. Kennt man also einerseits das Gewicht (p) der sich ausbreitenden Oelmenge und ihr specifisches Gewicht (s), andererseits den Halbmesser (r) der Scheibe im Moment ihres Zerfalls, so kann man das Volumen der Scheibe auf zwei Arten ausdrücken und erhält so die gesuchte schliessliche Scheibendicke d aus der Gleichung:

$$r^2 \pi d = \frac{p}{s}$$

Gegen diese Ermittelung von d könnte man vielleicht einwenden, dass nicht die ganze dem Wasser übermittelte Oelmasse als Oelscheibe sichtbar bleibt, sondern dass ein Teil in's Wasser diffundirt. Nämlich Quincke[1]) schliesst aus der Gesammtheit der Ausbreitungserscheinungen von Oel auf Wasser, dass „das Oel in Berührung mit Wasser durch Auflösung oder chemische Verbindung (vielleicht unter Mitwirkung der atmosphärischen Luft) eine Aenderung erfährt.“ Indessen ist es doch höchst unwahrscheinlich, dass bei meinen Versuchen in der überaus kurzen Zeit der Tropfenausbreitung durch einen solchen chemischen oder Lösungsprocess die Dicke der Oelscheibe eine nennenswerthe Ver-

1) a. a. O. S. 75.

minderung erfahren haben sollte. Jedenfalls mache ich die Voraussetzung, von solchen Einflüssen dürfe bei Ermittelung der im Momente des Zerreissens vorhandenen Dicke abgesehen werden.

3. Ermittelung der sich ausbreitenden Oelmenge. Ein wenige cm langes Stückchen Aluminiumdraht von 0,47 mm Dicke wurde in Oel getaucht und dann abtropfen gelassen. Man muss es so einrichten, dass nicht unterhalb des Drahtendes ein Tröpfchen hängt, — die Masse eines solchen wäre zu gross für die Versuche, — sondern dass das Oel nur eine kolbenförmige Verdickung des Drahtes bildet. Der so benetzte Draht wird auf einer sehr empfindlichen Wage in's Gleichgewicht gebracht, dann von der Wage weggenommen und der Wasserfläche genähert. Nach momentaner Berührung des Wassers, auf welche die zu beobachtende Ausbreitung umgehend folgt, wird die Gewichtsabnahme des Drahts gegen vorher ermittelt. So kennt man p. Jeder Arm der von mir benutzten Bungeschen Wage ist in 50 gleiche Theile getheilt, so dass die Verschiebung des 5 mg = Reiters um ein solches Theilchen einer Belastungsänderung von 0,1 mg gleichkommt. Dadurch wird ein Zeigerausschlag von etwa $^1/_2$ Skalentheil bewirkt. Weil nun mit einer vor die Skala gestellten Lupe Zehntel-Skalentheile noch bequem zu schätzen sind, so liefern wiederholte, natürlich mittelst Schwingens ausgeführte Wägungen noch mit ziemlicher Sicherheit Hundertel Milligramm. Davon, dass während der Dauer eines Versuchs von Olivenöl keine merkliche Menge etwa durch Verdunstung verschwand, überzeugte ich mich durch eigene Wägungsversuche. Während einer ganzen Stunde war keine Gewichtsänderung des öltragenden Drahtes nachweisbar.

Das specifische Gewicht des Olivenöls betrug für die Temperatur des immer frisch aus der Wasserleitung entnommenen Wassers (8^0—9^0 C) $s = 0{,}928$, das des Rüböls 0,9162.

Wollte man für die Temperatur des sich ausbreitenden Oeltropfens nicht die Annahme machen, dass sie mit der des Wassers übereinstimmt, so würde der Werth des specifischen Gewichts doch erst in der dritten Dezimalstelle ein anderer sein. Das hat aber wegen der grossen Unsicherheit der Ermittelung des Scheibenradius r (wovon nachher mehr) keinen nennenswerthen Einfluss auf das Endergebniss.

Das zur Ausbreitung gelangte Oelvolumen habe ich auch noch auf andere Weise zu bestimmen gesucht, nämlich durch Ermittelung der Differenz der am Drahte hängenden Oelvolumina vor und nach Abgabe des Tröpfchens. Dazu diente ein horizontal liegendes Mikroskop mit Okular-Netzmikrometer. In diesem quadratischen Netz war die einzelne Quadratseite so lang, dass 0,94 mm = 8 Quadratseiten erschienen. Den Draht hängte ich vor dem Mikroskop so sicher auf, dass er auch bei wiederholtem Hinhängen genau an der alten Stelle im Gesichtsfelde erschien. Kleine Abweichungen liessen sich durch minimale Verschiebungen des Mikroskophalters beseitigen. Die Bilder des kolbenförmig verdickten Drahtendes, wie letzteres vor und nach Abgabe des Tröpfchens erschien, wurden mit Hilfe des Netzmikrometers auf Coordinatenpapier gezeichnet, und zwar ineinander, so dass das ursprüngliche Bild das nachherige umschloss, wodurch die Volumabnahme unmittelbar ersichtlich wurde. Diese Volumdifferenz wurde in ziemlich mühsamer Weise dadurch gemessen, dass sie als genaue Rotationsfigur angesehen und in eine Reihe aufeinander folgender Differenzen von Kegelstumpfen zerlegt wurde, deren Volumen man einzeln berechnete. Das so ermittelte Oelvolumen zeigte sich stets ein weniges kleiner als das durch Wägung ermittelte, vermuthlich weil nach Abgabe des Tröpfchens noch etwas Oel nach den unteren Theilen des Drahtes nachfliesst; doch habe ich die Ursache nicht genauer untersucht, weil ich diese umständliche mikroskopische Methode überhaupt

bald fallen liess. Drei verschiedene Versuche, in denen das Volumen des ausgebreiteten Olivenöls nach beiden Methoden gemessen wurde, ergaben:

Versuchsnummer	1.	10.	14.
p/s	0,378 cbmm	0,475	0,755
Mikroskop. Messung	0,365	0,471	0,677

Von den mikroskopisch gemessenen Werthen habe ich daher im Folgenden keine Anwendung gemacht.

4. Ermittelung des Scheibenradius im Moment des Zerreissens. Diese Grösse (r) lässt sich nur schwierig und überhaupt nur ungenau bestimmen, da das Zerreissen so sehr bald nach dem Beginn der Ausbreitung erfolgt, und da nach dem Zerreissen die Tröpfchen ihre centrifugale Bewegung noch eine Zeit lang beibehalten. Zur Messung diente ein Porcellanmassstab mit mm = theilung (schwarze Striche auf weissem Grunde), der auf den Boden der flachen, nur etwa 1 bis 2 cm. hoch mit Wasser gefüllten Glasschale gelegt war; auf diesem Massstab wurde der Ort des Scheibenrandes im Momente des Zerfallens, häufig aber wohl erst einen Moment nach bereits erfolgtem Zerfall, beobachtet, so dass der Radius wohl in vielen Fällen etwas zu gross gefunden sein wird. Die grosse Unsicherheit der Messung dieser Grösse macht die ganze Untersuchung mehr zu einer Schätzung der Grössenordnung, als zu einer echten Messung der Scheibendicke. Die Unsicherheit der einzelnen Messung des Halbmessers beim Zerreissen ist mit 2 mm eher zu klein als zu gross angenommen. Nun lieferten die verschiedenen Versuche für diesen Halbmesser meist Werthe zwischen 30 und 50 mm; im Mittel sei er = 40 mm gesetzt. Also war die Scheibenfläche durchschnittlich $= (40 \pm 2)^2 . \pi$, also nahe $= 40^2 . \pi . (1 \pm 0{,}1)$, d. h. sie war in jedem einzelnen Falle auf mindestens 10 % unsicher!

Die Gewichte der sich ausbreitenden Oelmengen betrugen bei den verschiedenen Versuchen mit Olivenöl meist $^1/_4$ bis $^3/_4$ mg, selten mehr, also die Volumina 0,27 bis 0,81 cbmm. Die angewandten Wasserschalen hatten 108 bis 235 mm Durchmesser.

5. Die Versuche, a) mit **Olivenöl** vom specifischen Gewicht 0,928. In der folgenden Tabelle ist unter D, r und p der Durchmesser der benutzten Wasserschale und der Halbmesser der Oelscheibe in Millimetern, sowie das Oelgewicht in Milligramm angegeben, unter d die aus r und p berechnete Oelscheibendicke im Moment des Zerreissens in Milliontel-Millimetern ($\mu\mu$). Spalte δ enthält die Abweichung des Einzelwerths d vom Mittelwerth. Neben dem Mittelwerth steht sein wahrscheinlicher Fehler. Ein Sternchen neben der Nummer eines Versuchs soll aussagen, dass die Oelscheibe nicht ganz gleichmässig zerriss, sondern nach dem Zerfallen noch einige grössere farbige Theile hinterliess.

Nr.	D	p	r	d	δ
	mm	mg	mm	$\mu\mu$	$\mu\mu$
1.	108	0,35	35	99	+ 12,5
2.	„	0,50	33	157	— 44,5
3.*	121	0,59	40	127	— 15,5
4.	„	0,22	33	70	+ 41,5
5.	„	0,33	38	79	+ 32,5
6.	„	0,54	37,5	133	— 21,5
7.	160	0,775	43	144	— 32,5
8.	„	1,00	45	170	— 58,5
9.	„	1,30	51	171	— 59,5
10.	„	0,44	45	75	+ 36,5
11.*	„	0,79	49	113	— 01,5
12.	„	0,30	44	54	+ 57,5
13.	235	1,08	68	80	+ 31,5
14.	„	0,70	52	89	+ 22,5
			Mittel:	111,5	+ 7,04

Man bemerkt, dass bei gleicher Grösse der Wasserschale die berechnete Scheibendicke sich im Allgemeinen um so kleiner herausstellt, je weniger Oel man sich hat ausbreiten lassen. Das ist nach dem Vorbemerkten begreiflich, weil die Ausbreitung bei geringerer Oelmenge nicht hinreichend verlangsamt ist, um eine scharfe Auffassung des Augenblicks der Zerreissung zu gestatten, so dass man den Zerfall zu spät bemerkt, nämlich erst wenn die Tröpfchen bereits über den Ort hinausgefahren sind, den sie bei der Zerreissung einnahmen. Als Mittelwerth für die Dicke der Olivenölscheibe beim Zerreissen ist gefunden:

(111,5 ± 7,04) Milliontel-Millimeter.

Der wahrscheinliche Fehler lässt durch seine verhältnissmässige Kleinheit das Ergebniss zuverlässiger erscheinen, als von vorn herein erwartet wurde, nämlich bis auf den 15. oder 16. Theil des gefundenen Werths. Der wahrscheinliche Fehler der einzelnen Messung beträgt $\pm$ 26,35 $\mu\mu$. Schliesst man die vier Beobachtungen, welche mit der kleinsten und grössten Wasserschale gemacht wurden, also Nr. 1, 2, 13, 14 als weniger zuverlässig von der Berechnung aus, so erhält man den Werth

$$113{,}6 \pm 9{,}02\,\mu\mu.$$

b) Versuche mit **Rüböl** vom specifischen Gewicht $0{,}916_2$. Auch hier überzeugte ich mich durch eigene Wägungen, dass innerhalb 20 Minuten keine Gewichtsänderung des mit Oel benetzten Drahtes nachweisbar war. (Dagegen erwiesen entsprechende Beobachtungen mit Terpentinöl die schnelle Verdunstung dieses Stoffs.)

Die Buchstaben in der Tabelle sind wie in der vorigen zu verstehen.

Beim Versuch Nr. 6 hatte das Wasser vorher beinahe 2 Stunden frei gestanden; nach dem Zerfall zeigte sich noch ein farbiger Rest in der Mitte.

Nr.	*D*	*p*	*r*	*d*	*δ*
	mm	mg	mm	μμ	μμ
1.	121	0,32	40	70	+ 23,6
2.	„	0,558	43	105	— 11,4
3.	„	0,90	45	155	— 61,4
4.	„	0,19	40	43	+ 50,6
5.	„	0,71	55	81	+ 12,6
6.*	„	0,89	53	110	— 16,4
7.	„	0,56	42	110	— 16,4
8.	„	0,46	50	64	+ 29,6
9.	160	0,80	49	116	— 22,4
10.	„	0,48	45	82	+ 11,6
			Mittel:	93,6	± 6,82

Die mittlere Dicke der Rüböl-scheibe im Moment des Zerreissens ist also

(93,6 ± 6,82) Milliontel-Millimeter.

Der wahrscheinliche Fehler der einzelnen Messung beträgt ± 21,58 μμ.

Ein paar Versuche sowohl mit Olivenöl als mit Rüböl mussten von der Berechnung ausgeschlossen werden, weil bei ihnen nach dem Zerreissen grössere stark gefärbte Oelmassen zurückblieben. Hier war also der Zerfall sicher kein gleichmässiger gewesen, so dass auch die Voraussetzung nahe gleicher Dicke der ganzen Scheibe nicht gemacht werden konnte. In diesen ausgeschlossenen Fällen war die angewandte Oelmenge meist etwas zu gross gewesen, so dass die (unter 2. erörterten) Versuchsbedingungen nicht richtig erfüllt waren. Diese von vorn herein verdächtigen Versuche führen auf Dickenwerthe, welche grösser als jeder der in den obigen Tabellen enthaltenen Werthe sind.

6. Die Wirkungsweite der Molekularkräfte. Versteht man unter dem Radius (ϱ) der Wirkungssphäre einer

Molekel diejenige Entfernung, innerhalb deren die von der Molekel ausgehende Wirkung auf andere Molekeln noch merklich ist, so ist ersichtlich, dass alle jene Molekeln einer Flüssigkeit, welche von der Oberfläche derselben um weniger als ϱ abstehen, vom Innern der Flüssigkeit her anders beeinflusst werden müssen als von der anderen Seite. Die Gesammtheit dieser Theilchen bildet die Oberflächenhaut, welche sich in ihrem physikalischen Verhalten von der inneren Flüssigkeit unterscheidet. So lange nun, beim Vorgange der Ausbreitung eines Flüssigkeitstropfens zu einer Scheibe, die Scheibendicke noch grösser als 2ϱ ist, d. h. so lange die Scheibe noch aus innerer Flüssigkeit nebst den beiden Oberflächenhäuten besteht, ist kein Grund zum gleichmässigen Zerfall der ganzen Scheibe ersichtlich. Letzterer kann erst dann eintreten, wenn die Dicke $=$ oder $< 2\varrho$ geworden ist. Es darf also behauptet werden, dass die Zerreissungsdicke $d =$ oder $< 2\varrho$ ist. Hiernach ist durch obige Versuche für den Radius der molekularen Wirkungssphäre bei Olivenöl und Rüböl eine untere Grenze gewonnen; es ist $\varrho >$ oder $= {}^1/_2\, d$; am wahrscheinlichsten wohl „Wirkungsweite = halber Zerreissungsdicke." Also

für Olivenöl $\varrho \geqq \frac{1}{2} \cdot 111{,}5\,\mu\mu = 55{,}75\,\mu\mu$
für Rüböl $\varrho \geqq \frac{1}{2} \cdot 93{,}6\,\mu\mu = 46{,}8\,\mu\mu$.

Bekanntlich hat Plateau[1]) auf Grund ähnlicher Ueberlegungen schon vor 30 Jahren einen Grenzwerth für dieselbe Grösse bei Glycerinflüssigkeit abgeleitet. So lange die Seifenblase besteht, muss die Dicke der Flüssigkeitsschicht noch $\geqq 2\varrho$ sein. Nun bestimmte er auf optischem Wege die Dicke der die Seifenblase bildenden Lamelle dicht vor dem Zerreissen und fand sie $= 113{,}5\,\mu\mu$. Also war

$$\varrho \leqq \tfrac{1}{2} \cdot 113{,}5\,\mu\mu = 56{,}75\,\mu\mu.$$

1) Poggendorff Annalen d. Ph. u. Ch. **114.** 1861. S. 604—608.

Dürfte man voraussetzen, was freilich schwerlich gestattet ist, dass ϱ für Glycerinflüssigkeit und für die von mir angewandten Oele denselben Werth hat, so wäre durch Verknüpfung meiner Versuche mit denen Plateau's ϱ zwischen sehr enge Grenzen eingeschlossen, nämlich:

$$56{,}75\,\mu\mu > \varrho > 55{,}75\,\mu\mu \text{ (resp. } 46{,}8\,\mu\mu).$$

Indessen ist jene Voraussetzung wohl unzulässig. Ausserdem dürfen die von mir gewonnenen Zahlen auch keinen Anspruch auf grosse Genauigkeit machen. Also darf man wohl nur schliessen, dass die Methode der Oelausbreitung sehr nahe zu demselben Werth für den Radius der molekularen Wirkungssphäre führt wie die Plateau'sche Methode. — Ich habe oben u. A. auch einen Werth für die Zerreissungsdicke der Olivenölscheibe mitgetheilt, welcher sich bei Ausschliessung derjenigen Versuche ergiebt, die in der kleinsten und grössten Wasserschale angestellt waren. Dieser Werth 113,6 $\mu\mu$ ist mit dem von Plateau gefundenen Werth der Seifenblasendicke dicht vor dem Zerreissen zufälliger Weise sogar fast identisch.

Ueber die Gliederung der Familie der Sapindaceen.

Von L. Radlkofer.

(Eingelaufen 1. März.)

I. Einleitung.

Die systematisch geordnete Uebersicht der Sapindaceen-Gattungen, welche ich in dem „Index generum phanerogamorum" von T. Durand zur Veröffentlichung gebracht habe (October 1887, im Separatabdrucke erschienen Januar 1888), hat mir zwar Gelegenheit gegeben, meine Anschauungen über die Umgrenzung der Familie und über die Gliederung in 14 Gattungsgruppen — Tribus — zum Ausdrucke zu bringen; es war mir aber durch die Einrichtung des genannten Werkes versagt, über das Sachliche hinauszugehen und auch die Gesichtspunkte darzulegen, welche mich bei der Umgrenzung und Gliederung der Familie geleitet haben, oder sie in letzterem Betreffe dem Leser wenigstens durch eine wenn auch noch so knappe Charakteristik der Gruppen anzudeuten. Noch weniger war es mir gegönnt, über die verwandtschaftliche Stellung der Familie selbst mich auszusprechen.

Es sei mir desshalb gestattet, die nöthigen Erörterungen über den Umfang, die Stellung und besonders die Gliederung der Familie der Sapindaceen, welch' letzteren Punkt ich auch in meinen sonstigen Schriften über diese Familie bisher nur theilweise berühren konnte (sieh die be-

treffenden Citate für die Tribus der Lepisantheen, Nephelieen und Cupanieen in Durand Index generum), an diesem Platze zu vereinigen.

Die eben berührten, von mir bisher veröffentlichten Schriften über die Sapindaceen sind: Sur la fleur des Sapindacées, Actes du Congrès tenu à Paris 1867, p. 23—26; On the structural peculiarities of certain Sapindaceous plants, Report Brit. Assoc. 1868, p. 109—111; Conspectus sectionum specierumque generis Serjaniae, Monachii 1874, 17 pp.; Sopra i vari tipi delle anomalie dei tronchi nelle Sapindacee, Atti del Congresso tenuto a Firenze 1874 (— impress. 1875, p. 60—65); Monographia Serjaniae, Monachii 1875, 392 pp.; Sopra un arillo speciale di una Sapindacea, Atti del Congresso tenuto a Palermo 1875 (— impr. 1877, p. 23—25, reimpr. in Nuovo Giornale Bot. Ital. 1878, p. 105—109); Ueber die Sapindaceen Holländisch-Indiens, Actes du Congrès tenu à Amsterdam 1877 (— Nachträge 1878; seors. impr. p. 1—103); Ueber die Entstehung der secundären Holzkörper im Stamme gewisser Sapindaceen, Bericht der 50. Versammlung deutscher Naturforscher 1877, p. 194—197; Ueber den systematischen Werth symmetrischer Blüthenbildung bei den Sapindaceen, ebenda p. 208 bis 209; Ueber Sapindus und damit in Zusammenhang stehende Pflanzen, Sitzungsber. d. k. bayer. Acad. d. Wiss. 1878, p. 221—408; Ueber Cupania und damit verwandte Pflanzen, ebenda 1879, p. 457—678; Monographiae generis Serjaniae Supplementum, Abhandl. d. k. bayer. Acad. d. Wiss. 1886, p. 1—195 mit VIII Tafeln und 1 Karte; Sapindaceae in T. Durand Index generum phanerogamorum, seors. edit. m. Jan. 1888, p. 71—82.

II. Umgrenzung der Familie.

Was zunächst den Umfang der Familie betrifft, so habe ich mich an der Spitze der erwähnten Gattungsübersicht kurz dahin geäussert, dass ich die Familie gegenüber der von Bentham und Hooker ihr gegebenen Erweiterung in dem früheren, engeren Sinne nehme, nach welchem die jetzt gelegentlich sogenannten „eigentlichen Sapindaceen" allein den Inhalt der Familie bilden, während die von Bentham und Hooker in dieselbe miteinbezogenen,

bis dahin als selbständige Familien betrachteten Hippocastaneen, Acerineen, Melianthaceen und Staphyleaceen wieder auszuscheiden und auch fortan wieder als selbständige Familien anzusehen sind.

Ich bemerke dazu Folgendes.

Die Hippocastaneen und Acerineen — um zuerst diese zu erledigen — sind sicherlich den Sapindaceen ausserordentlich nahe verwandt, so nahe, dass sie unbestritten unmittelbar neben denselben ihren Platz zu finden haben und mit denselben in eine grössere Gruppe vereinigt werden können. Dieselben erscheinen aber doch bei dem Gewichte, welches dem Blatte in der Familie der Sapindaceen für die Gruppirung der Gattungen, wie im später Folgenden sich zeigen wird, einzuräumen ist, von den eigentlichen Sapindaceen genugsam unterschieden, um meiner Meinung nach besser als besondere Familieen betrachtet zu werden, jene, die Hippocastaneen, ausgezeichnet durch gegenständige und zugleich handförmig zusammengesetzte Blätter, diese, die Acerineen, durch gegenständige und wenigstens meist handnervige Blätter, wozu für die Acerineen noch häufig ausserhalb des Discus, oder auf dem Discus (theilweise allerdings auch innerhalb desselben, wie bei den eigentlichen Sapindaceen und den Hippocastaneen) eingefügte Staubgefässe kommen und eine wenigstens bei vielen Arten in dem Mangel der Continuität zu findende Abweichung rücksichtlich des die Sapindaceen, wie weiter unten in der Charakteristik derselben hervorzuheben sein wird, auszeichnenden gemischten Sklerenchymringes an der Grenze der primären und secundären Rinde.

Eine ähnliche, vorzugsweise auf Charaktere des Blattes basirte Unterscheidung findet sich auch in anderen Theilen des Systemes, wie z. B. in der Sonderung der nebenblattlosen Caprifoliaceen von den mit Nebenblättern versehenen Rubiaceen. Die Hippocastaneen und Acerineen mögen

übrigens immerhin, wo ihre nähere Beziehung zu den Sapindaceen hervorzuheben ist, mit diesen zusammen als Sapindales, oder Sapindiflori, oder wie es sonst in ein jeweiliges System passen mag, bezeichnet werden.

Ich glaube auf diese beiden Gruppen nicht weiter eingehen zu sollen, da ich ihre Stellung unmittelbar neben den Sapindaceen, und zwar in directem Anschlusse an die letzte der von mir aufgestellten (14) Sapindaceen-Tribus als etwas ausser Frage Stehendes ansehe und es dabei als verhältnissmässig gleichgiltig — so zu sagen als Geschmacksache — betrachte, ob man die in Rede stehenden Gruppen als weitere Tribus der Sapindaceen, oder, wie ich es thue, als besondere, nächststehende Familien bezeichnet und anschliesst.

Nur das mag noch in Erinnerung gebracht sein, dass die Gattung Dobinea Ham. mss. ed. Dav. Don, 1825, die seit ihrer Aufstellung auffallender Weise unbeanstandet den Acerineen zugezählt worden ist, nicht zu diesen gehört, sondern, wie mir eine nach anatomischen und morphologischen Gesichtspunkten angestellte nähere Untersuchung gezeigt hat, und wie ich schon unter dem 12. März 1888 an Durand behufs entsprechender Veränderung ihrer Stellung in dem Index generum phanerogamorum berichtet habe, zu den Anacardiaceen (s. a. a. O., Addenda, p. 499). Das Nähere über diese Stellungsänderung habe ich in diesen Sitzungsberichten, Sitzung vom 3. Nov. 1888, p. 385—395. bereits dargelegt.

Seitdem ist den Acerineen ein Ersatz für diese Gattung zugewachsen in der neuen, eine echte Acerinee darstellenden Gattung Dipteronia, mit D. sinensis, welche D. Oliver in Hook. Icon. tab. 1898 (Oct. 1889) zur Veröffentlichung gebracht hat, und von welcher ich, Dank dessen gütiger Mittheilung, die Frucht zu untersuchen und den Mangel eines continuirlichen Sklerenchymringes der Rinde zu constatiren Gelegenheit gehabt habe.

Weiter scheint auch der Gattung Dobinea inzwischen ein Zuwachs geworden zu sein, in einer von Delavay in China gesammelten Pflanze nämlich, welche Baillon in dem Bullet. Soc. Linn. d. Paris, Mai 1887, p. 681, July und December 1889, p. 793 und 815 unter dem Namen Podoon Delavayi beschrieben und unter Erwähnung vermeintlicher Anklänge an die Phytolaccaceen und Polygoneen erst als einen reducirten Typus der Sapindaceen, nun aber als Typus einer besonderen „den Sapindaceen und folglich auch den Terebinthaceen nahe stehenden". Familie der Podoonaceen bezeichnet hat. Mit der Hindeutung auf die Terebinthaceen, resp. Anacardiaceen, scheint der richtige Weg zur Unterbringung der Pflanze eingeschlagen zu sein. Ich habe zwar die zur Untersuchung erbetenen Theile der Pflanze noch nicht erhalten, es müsste aber sonderbar zugehen, wenn die im allgemeinen vorzüglich auf Dobinea passende Beschreibung von ihr, welche Baillon gegeben hat, auch eine generell von Dobinea verschiedene Pflanze sollte betreffen können. Der Art nach scheint übrigens die Pflanze, besonders nach dem, was Baillon zuletzt über die Wuchsverhältnisse, d. i. über ein Ausdauern der Pflanze durch eine unterirdische Knollenbildung bemerkt, allerdings von der allgemein als Strauch angesehenen Dobinea vulgaris Hamilt. mss. ed. Dav. Don aus Nepal, der bisher allein bekannt gewesenen Art der Gattung Dobinea, verschieden zu sein und somit den Namen Dobinea Delavayi zu verdienen.

Aus der Literatur der beiden von den Sapindaceen nun wieder abgetrennten Familien will ich nur die der auf Selbständigkeit wohl hinreichenden Anspruch besitzenden Hippocastaneen-Gattung Billia (s. darüber Baillon a. unt. a. O., p. 369) und ihrer beiden Arten hervorheben, da dieselbe in ihrer Synonymie bis in die Gattung Sapindus hinübergreift. Daran anschliessend mögen auch die mir bekannt gewordenen Materialien der beiden Arten Erwähnung finden.

Billia Peyr.

Putzeysia (non Klotzsch, 1855, quae Begoniacea) Planchon et Linden in Linden Catal. No. 12 (1857) p. 3, nec „No. 22 (1857)", uti in Prodr. N.-Granat. l. infra c. refertur. (Sine descriptione.)

— Koch in Berliner Gartenzeitung 1857, p. 242 n. 3. („Araliacea.")

— Pfeiffer Synonym. (1870) p. 356 n. 12623 (in Append.), nomine etc, „Lindl." pro Linden substituto.

— Pfeiffer Nomencl. bot. II (1874) p. 888; cf. l. antec.

Billia Peyritsch in Bot. Zeit. (von Mohl & Schlechtend.) XVI (1858), n. 22, p. 153.

— Id. ibid. XVII (1859) n. 25, p. 221.

— Id., in Linnaea XXX (1859). p. 67.

— Triana et Planchon. Prodr. Flor. Novo-Granat. in Ann. scienc. nat., 4. sér., XVIII (1862) p. 366 n. 6.

— Walpers Ann. bot. VII (1869) p. 624.

— Pfeiffer Synonymia (1870) p. 304 n. 10728.

— Pfeiffer Nomencl. bot. I (1873) p. 410.

— Baillon Hist. d. Pl. V (1874) p. 424 n. „68?" (et p. 369).

Dodonaeacearum genus nov.? Turczan. in Bull. Mosc. XXXII, 1 (1859) p. 268; coll. Schlim n. 133; cfr. B. columb.

Aesculus spec. Benth. et Hook. Gen. I, 1 (1862) p. 398 n. 21.

Sapindus spec. Turczan. (1863); cfr. B. columb.

Spec. 1: **B. Hippocastanum** Peyr.

Billia Hippocastanum Peyritsch ll. cc.; coll. Franco n. 208 (sphalmate? „218"), Heller n. 10.

— — Walpers Ann. bot. VII (1869) p. 624 n. 1.

Aesculus mexicana (non „Benth. et Hook. Gen. I p. 398", ubi verbis „species Mexicana" patria tantum indicatur) Hemsley in Godm. & Salv. Biolog. Centr.-Amer., Bot. I (1879—81) p. 212 n. 1; coll. Galeotti n. 7075, Linden n. 24, Jürgensen n. 384, Franco, Heller.

Spec. 2: **B. columbiana** Planch. et Lind.

Putzeysia rosea Planchon et Linden in Linden Catal. n. 12 (1857) p. 3 (cf. supra), nec non in Catal. seriorib. ex. gr. No. 19 (1865) p. 12, No. 91 (1874) p. 53.

— — Koch l. c. (1857).

Dodonaeacearum genus nov.? Turcz. l. c. (1859); coll. Schlim n. 133.

Billia columbiana Planch. et Lind. in Triana et Planch. Prodr. Flor. Novo-Granat. in Ann. scienc. nat., 4. sér., XVIII (1862) p. 367; coll. Triana, Goudot, Schlim n. 133 (sphalmate 135, fide Hb. Boiss. et Turczan.), Linden.

— — Walpers Ann. bot. VII (1869) p. 624 n. 2.

Sapindus trifoliatus Turczan. in Bull. Mosc. XXXVI, 2 (1863) p. 586; coll. Schlim n. 133; cf. Radlkofer in Sitzungsb. k. bayer. Acad. 1879, p. 580.

— — Walpers Ann. bot. VII (1869) p. 629 n. 8.

Spec. 1: In Mexico: Linden n. 24 (Mirador, t. Hemsley); Ghisbreght! (Oaxaca, ao. 1838?; Hb. Paris.); Franco n. 208! (218 ex. Peyr. l. c.; Oaxaca, ao. 1842; Hb. Vindob.); Galeotti n. 4322! (Prov. de Oaxaca, Sierra alt. 6—7000'; Hb. Par.); id. n. 7075! (Jalapa alt. 4000', m. Jun.-Oct. 1840; Hb. Vindob.); Jürgensen n. 384 (ao. 1842—45; t. Hemsley); Heller n. 10! (Dos Puentes prope Mirador et Huatusco, ao. 1844—46, Hb. Vindob.; Zacuapan alt. 2000', Hb. Franqueville).

Spec. 2: In Novo-Granata et Venezuela, nec non in Guatemala: Goudot n. 123! (Quindio, ao. 1845, Hb. Boiss.; el Incencial t. Pl. & Lind. l. c.); Linden n. 1430! (Venezuela entre Agua de Obispo et la Peña, prov. de Truxillo, alt. 5700', m. Jul. 1843, flor.; Hb. Turczan.); Schlim n. 133! (N.-Granata, prov. Ocaña, alt. 1625 m, m. Sept. 1850, flor.; Hb. Turcz.); Karsten! (Venezuela, Barbacoas, prov. Truxillo; Hb. Vindob.); Triana! (Pacora, prov. d'Antioquia, alt. 2000 m; Hb. DC.); Bernouilli et Cario n. 2923! (Guatemala inter S. Martin et Mujulia, m. Febr. 1878; Hb. Gotting.). —

Was die von Bentham und Hooker den Sapindaceen beigezählten, aber durch das Vorkommen von Sameneiweiss erheblich davon abweichenden Melianthaceen und Staphyleaceen betrifft, welche ich eben dieses Vorkommnisses halber (und die letzteren auch des intrastaminalen Discus wegen) von den Sapindaceen abtrenne und wieder als selbständige Familien auffasse, so halte ich dafür, dass beide wieder an jenen Stellen des Systemes unterzubringen sind, an welchen sie vor Bentham und Hooker schon untergebracht waren. Ich will übrigens das, was nach den Meinungen der früheren Autoren für ihre Stellung als massgebend erschien, nicht auf's neue erörtern, sondern be-

gnüge mich, auf gewisse anatomische Verhältnisse hinzuweisen, welche diese Meinungen zu unterstützen geeignet erscheinen.

Die Staphyleaceen sind dem Gesagten gemäss wieder den Celastrineen zu nähern, wie unter anderem schon von De Candolle, Meisner und Endlicher geschehen ist. Die Auffassung dieser Autoren wird nunmehr nach den Ergebnissen der anatomischen Methode durch ein Verhältniss bekräftiget, welches für die Beurtheilung der Verwandtschaft der Gewächse überhaupt, wie ich nach bestimmten Beobachtungen anzunehmen mich veranlasst sah, und wie auf meine Anregung hin Herr Dr. Solereder durch ausgedehnte Untersuchungen erwiesen hat, sehr belangreich erscheint, nämlich die Beschaffenheit der Zwischenwände in den Gefässen des Holzes.

Den Staphyleaceen kommen, wie das auch bei gewissen Celastrineen und anderen Celastrales (namentlich den Ilicineen), nicht aber bei den Sapindaceen der Fall ist, leiterförmig durchbrochene Gefässzwischenwandungen zu von vollkommen typischer, durch die Ausbildung zahlreicher Querspangen als solche sich darstellender Beschaffenheit. Ich werde am Schlusse dieser Abhandlung bei der Betrachtung der verwandtschaftlichen Stellung der Sapindaceen und ihrer Beziehungen zu den Celastrales auf dieses Verhältniss zurückkommen. Daran reiht sich noch das Fehlen des für die Sapindaceen charakteristischen, schon (p. 107) erwähnten Sklerenchymringes bei den Staphyleaceen[1]).

Für die Melianthaceen, deren Annäherung an die Sapindaceen durch Planchon und Hooker mancherlei

1) Denselben kommen isolirte primäre Bastfaserbündel zu (Staphylea, Euscaphis und Turpinia), wie auch der schon in Durand Index p. 83 von mir hieher verbrachten Gattung Huertea, auf welche ich in diesem Abschnitte noch zurückkommen werde.

Ungenauigkeiten und unhaltbare Auffassungen zu Grunde liegen, wie aus den betreffenden Erörterungen in den Transact. Linn. Soc. XX, 3, 1851, p. 403 und in Journ. Bot. XI, 1873, p. 353 etc. hervorgeht, erscheint als die geeignetste Stellung die von den älteren Autoren ihnen angewiesene in der Nähe der Zygophylleen, wie bei dem älteren und jüngeren Jussieu, bei Meisner, Endlicher und Lindley (s. A. L. de Jussieu Gen. Pl., 1789, p. 296, woselbst die Zygophylleen-Gattungen in eine erste Gruppe der Rutaceen vereiniget sind und über Melianthus die Bemerkung beigefügt ist: „Genus Tropaeolo affine calicis cucullo, petalorum et staminum situ"; Adr. de Jussieu Mém. Rutac. 1825, p. 460, seors. impr. p. 76, mit der Bemerkung: „Cum Tropaeolo Meliantho, propter calicis cucullum staminumque et petalorum situm quaedam similitudo potius quam affinitas? Ovulis, fructu tetraptero loculicido - 4 - valvi, seminis perispermo cartilagineo embryonem viridescentem involvente, foliis denique compositis et stipulaceis, accedit magis ad Zygophylleas"; Meisner Gen. Pl. 1837, p. 59; Endlicher Gen. Pl. 1840, p. 1165; Lindley Veget. Kingd., 1846, p. 479), und in der Nähe der beiden mit den Geraniaceen nun vereinigten Gruppen der Pelargonieen oder Tropaeoleen, wie bei Adanson (Fam. d. Pl. II, 1763, p. 388, woselbst in der Familie der Geranien auf Tropaeolum die Gattungen Cardiospermum, Melianthus und Geranium folgen), und der (rhaphidenführenden) Balsamineen, wie bei Linné (Praelect. in Ord. nat. ed. Gisecke 1792, p. 371, Familie der Corydales), welche Gruppen alle, wo überhaupt Symmetrie der Blüthe auftritt, median-symmetrische Blüthen, wie die Melianthaceen, besitzen, mit mehr oder weniger Neigung zur Aussackung oder spornartigen Vertiefung des nach der Abstammungsaxe gekehrten (zweiten oder bei den Balsamineen mit Primulaceen-Einsatz vierten) Kelchblattes

und theilweise auch zur Verkümmerung der in der Symmetralen gelegenen Staubgefässe (Tropaeolum nach Eichler, Blüthendiagramme II, p. 297) und Blumenblätter (Tropaeolum aduncum und pentaphyllum, ebenda), was bei den Sapindaceen alles nicht der Fall ist. Diese Stellung der Melianthaceen wird, — um von den in den Schriften der eben genannten Autoren in Betracht gezogenen Charakteren des Habitus, der Blüthe und der Frucht nicht weiter zu sprechen — von anatomischer Seite, ausser durch das auch hier, wie bei den Staphyleaceen, beobachtete Fehlen eines Sklerenchymringes[1]), wieder durch ein sehr wesentliches Merkmal unterstützt, durch die Gestaltung nämlich des bei den betreffenden Gewächsen zur Ablagerung gelangenden oxalsauren Kalkes. Diese Ablagerung geschieht in der für viele Gewächse charakteristischen Form von Rhaphiden bei der Meliantheen-Gattung Greyia Hook. & Harv. einerseits (in Mark und Basttheil der Markstrahlen, neben Zellen mit Krystalldrusen in Mark, Bast und primärer Rinde; weiter auch in den Blüthentheilen, besonders den Blumenblättern und der Fruchtknotenwandung), wie andererseits bei den Balsamineen; sodann statt in Rhaphiden, in der bekanntlich (s. Radlkofer, Beitrag zur afr. Flora in Abh. d. naturw. Ver. z Bremen, VIII, 1883, p. 438, Anm. 2 und Solereder, Holzstructur etc., 1885, p. 41, n. 2) als Ersatz für solche geltenden Form von Säulenkrystallen (d. i. gestreckt prismatischen Krystallen — Styloiden, wie man sie zweckmässig nennen könnte) einerseits wieder bei den Meliantheen-Gattungen Melianthus L. und Bersama Fresen. (in allen Theilen: Axe und Blatt, Anthere, Pericarp und Samenschale nahe dem Nabel), wie andererseits in der Rinde von Guajacum und auch anderer Zygo-

1) Bei Melianthus fehlen sklerenchymatische Elemente überhaupt, bei Greyia und Bersama kommen nur isolirte Bastfasergruppen vor.

phylleen (Porliera hygrometrica R. & P., Larrea mexicana Moric.).

Ein ähnliches Vorkommniss, durch welches die nahe Verwandtschaft zweier, von manchen Autoren einander bereits genäherter Familien, der Cucurbitaceen und der Begoniaceen nämlich, in helleres Licht gesetzt wird, ist das Auftreten von cystolithenartigen Ablagerungen, welche ich in jüngster Zeit im Parenchyme gewisser Begonia-Arten in ganz ähnlicher Weise, nämlich als kalkfreie Doppelcystolithen ausgebildet gefunden habe, wie sie unter den Cucurbitaceen bei Momordica Charantia L. ebenfalls, und zwar in den Epidermiszellen vorkommen, hier übrigens neben kalkhaltigen, welch' letztere seiner Zeit Penzig bei M. Charantia L. und einer als M. echinata W., aber kaum richtig, bezeichneten Art beobachtet und beschrieben hat (s. Bot. Centralblatt VIII, 1881, p. 393 etc.).

Kalkfreie Cystolithen, d. h. Körper, wie sie nach der Lösung des eingelagerten kohlensauren Kalkes als sogenannte Skelette der gewöhnlichen Cystolithen zurückbleiben, finden sich — gelegentlich als durchsichtige Punkte hervortretend — bekanntlich auch bei gewissen Pflanzen derjenigen beiden Familien, bei welchen die Cystolithen am verbreitetsten und am eingehendsten untersucht sind, nämlich der Urticaceen (s. Bokorny in Flora 1882, p. 356 etc. betreffs Ficus cordata und elastica) und der Acanthaceen (s. Hobein in Engler's bot. Jahrbüch. V, 1884, p. 425 und 437, betreffs Harpochilus und Clistax, und Radlkofer in diesen Sitzungsber. 1886, p. 325, betreffs Meninia turgida Fua, i. e. Cystacanthus sp. Benth. Hook. Gen. II, p. 1098). Kalkfreie und kalkhaltige Cystolithen erscheinen somit, zumal die Kalkeinlagerung auch bei derselben Pflanze in den Cystolithen verschiedener Organe (s. Hobein l. c. p. 425) oder selbst des gleichen Organes (wie eben für Momordica Charantia erwähnt) eine wechselnde sein kann, nicht als wesentlich verschiedene Gebilde. Uebrigens könnte man immerhin, um die Besonderheit hervorzuheben und einen Widerspruch in dem Namen zu vermeiden, die kalkfreien Cystolithen und namentlich die in manchen Beziehungen eigenartigen der Begoniaceen mit einem besonderen Namen, wie etwa Cystotylen (Zellschwielen) belegen.

Bei den betreffenden Begonia-Arten (B. luxurians Ch. Lehm., B. sanguinea Raddi, B. vitifolia Schott γ. bahiensis A. DC. etc.) sind die in Rede stehenden Gebilde in zwei benachbarten Zellen als

sogenannte Doppelcystolithen ausgebildet mit annähernd halbkugeliger Gestalt des einzelnen Paarlings, Penzig's Abbildungen entkalkter Doppelcystolithen von „Momordica echinata" (a. a. O. Taf. II, Fig. 3 und 5) nahe kommend. Auch Drillinge kommen vor und bei Begonia sylvatica Meisn. mss. ed. A. DC. selbst Doppelpaare von Cystolithenzellen, viergliedrige, den Gefässbündeln parallele Zellreihen bildend mit kürzeren Zellen in der Mitte, längeren an den Enden. Die Begonia-Cystolithen finden sich im inneren Gewebe der Blattspreite mit für die Doppelcystolithen meist parallel der Blattfläche gelagerter Verbindungsfläche, weiter im Gewebe des Blattstieles und im Marke. Am getrockneten Blatte treten sie, wie die kalkfreien Cystolithen mancher Urticaceen und Acanthaceen (s. im Vorausgehenden) und wie die Cystolithen von Momordica nach Penzig auch am lebenden Blatte, gelegentlich als durchsichtige Punkte hervor, dadurch z. B. auch bei B. tomentosa Schott, B. Saxifraga A. DC., B. scandens Sw. (coll. Wullschlaegel n. 1307) ihre Gegenwart verrathend. Sie sind deutlich geschichtet, aber nicht doppelt brechend. Eigenthümlich sind sie durch ein radiär gestreiftes und granulirtes Aussehen, sowie durch ihr reactives Verhalten (zu dessen Feststellung zumeist eine nicht sicher bestimmte lebende Pflanze des Münchener Gartens diente). Sie geben an Alkohol einen Theil ihrer Substanz (harzige Infiltrationsmasse?) ab und quellen dann im Wasser wie verschleimte Membranen bis zum Unsichtbarwerden auf, treten aber bei Wasserentziehung (durch Alkohol) mit mehr oder minder deutlicher Schichtung wieder hervor. Durch Jod und Schwefelsäure färben sie sich, wie das übrigens auch bei anderen Cystolithen, wenigstens für einen Theil ihrer Masse der Fall ist, nicht blau, sondern tief gelbbraun, wie cuticularisirte Membranen, bestehen also jedenfalls nicht aus reiner Cellulose. Ein gleiches Verhalten zu Jod und Schwefelsäure hat auch Penzig für den inneren Theil, den sogenannten Kern der Momordica-Cystolithen beobachtet, welchem auch das granulirte Aussehen der entsprechenden Gebilde von Begonia zukommt und allem Anscheine nach auch eine brüchig gallertige Beschaffenheit, wie sie an verletzten Cystolithen von Begonia sich zu erkennen gibt.

Die in Rede stehenden Cystolithen der Begoniaceen und Cucurbitaceen zeigen so jedenfalls sehr nahe Beziehungen zu einander, wenn auch die einen und die anderen wieder ihre zum Theile auf einzelne Arten beschränkten Besonderheiten haben.

Ehe ich einzelne dieser erwähne, mag noch der Bemerkung Raum gegönnt sein, dass eine gewisse Aehnlichkeit sowohl nach ihrer

Erscheinung überhaupt als nach ihrem reactiven Verhalten auch die von Oudemans und Leitgeb (s. Sitzungsber. d. Wiener Akad. XLIX, 1, 1864, p. 275 etc.) erwähnten „kugeligen Zellwandverdickungen" in der Wurzelhülle von Sobralia und anderen Orchideen zeigen, bei deren Untersuchung Leitgeb selbst auch schon die Cystolithen als Vergleichsobject in Betracht gezogen hat (l. c. p. 281, 283).

Zu den Besonderheiten nun gehört z. B. für Momordica (M. Charantia L.) das schon von Penzig erwähnte ausschliessliche Vorkommen an der unteren Blattfläche in vergrösserten Epidermiszellen, welche in das innere Blattgewebe stark vorspringen, während bei Begonia die Epidermis stets frei von Cystolithen ist.

Eine weitere solche Besonderheit ist das Auftreten von förmlichen Siebfeldern an der Membran der die Cystolithen bergenden Zellen, zwischen diesen und den benachbarten Blattfleischzellen offenbar die Communication erleichternd und mitunter für einen ganzen Kreis solcher Nachbarzellen ausgebildet. Es waren diese Felder besonders deutlich bei einer von Penzig nicht untersuchten Momordica-Art, M. pterocarpa Hochst. (coll. Schimp. Sect. I, n. 187). Bei M. Charantia L. waren dieselben nur spärlich wahrzunehmen. Ebenso bei M. echinata W., resp. Mühlenb., d. i., der Cucurbitaceenmonographie von Cogniaux in DC. Suites etc. III, 1881, p. 815 gemäss, Echinocystis lobata Torr. & Gray, von welcher mir ein authentisches Exemplar von Mühlenberg selbst vorlag, sowie nach Cogniaux's Urtheil damit übereinstimmende spontane und cultivirte Materialien.

Daran erwies sich wieder als Besonderheit für diese Art, dass die Cystolithen nur in den Zellen der Haare, besonders der Haarbasis, und an der oberen Blattseite auch in den die Haare umgebenden Epidermiszellen vorkommen, und daraus ergibt sich, wie oben angeführt, dass Penzig unter dem Namen M. echinata eine andere Pflanze vor sich gehabt haben muss, da in seinen Angaben nichts von Haaren und einer Beziehung der Cystolithenzellen dazu zu finden ist. Zugleich weist das, was Penzig über die Bracteen seiner Pflanzen anführt, auf eine Art von Momordica, nicht auf Echinocystis hin.

Die Cystolithen der Begoniaceen scheinen, wie die der Cucurbitaceen ein Charakteristicum für die damit versehenen Arten zu bilden. Demgemäss dürfte eine Untersuchung der zahlreichen Begonia-Arten auf das Vorkommen dieser (bei B. xanthina Hook., Wallichiana Steudel, suaveolens Lodd. z. B. feh-

lenden) Gebilde für die Systematik belangreich sein. Dabei wären auch andere anatomische Eigenthümlichkeiten, besonders des Blattes, zu berücksichtigen, wie das Auftreten von Hypoderm (z. B. bei B. luxurians) und das Vorkommen von verzweigten Spicularzellen in der Blattspreite (wie ebenfalls wieder bei B. luxurians und nach Haberlandt — zur Anatomie von Begonia, 1888, Separatabdr. aus den Mittheil. d. naturwissensch. Vereines in Steiermark, p. 4, 8, Fig. 5, 6 — bei B. imperialis Ch. Lehm. var. smaragdina), gelegentlich mit einem Krystalle in der Mitte dieser Zellen (bei B. arborescens Raddi).

Ich will bei dieser Gelegenheit daran erinnern, dass Cystolithen, welche bis vor kurzem nur bei den Urticaceen, Acanthaceen und Cucurbitaceen bekannt waren, in jüngerer Zeit durch die Arbeiten meiner Schüler auch bei den Gyrocarpeen nachgewiesen worden sind (sieh Solereder über den systematischen Werth der Holzstructur bei den Dicotyledonen 1885, p. 42 und 126, sowie in Engler's bot. Jahrbüch., X, 1888, p. 512 etc., Taf. XIV) und bei den Olacineen, Tribus der Opilieen (sieh Edelhoff, vergleichende Anatomie des Blattes der Olacineen, in Engler's bot. Jahrbüchern VIII, 1886, p. 128 etc., Sep.-Abdr. p. 31 etc.), bei welch' letzteren gleichzeitig auch von Valeton (Critisch Overzicht der Olacineae B. & H., 1886, p. 149) Cystolithen in „Rinde und Phloëm der Zweige" gefunden worden sind.

Endlich füge ich den eben genannten 5 Familien, für welche bis jetzt das Vorkommen von Cystolithen bekannt geworden war, nach eigenen Beobachtungen, wie im Vorausgehenden die Begoniaceen als sechste, so als siebente auch noch die Familie der Cordiaceen hinzu, für welche cystolithenartige Ablagerungen in den Haaren, ähnlich den von Mohl, Schleiden und de Bary (s. des Letzteren vergl. Anat., 1877, p. 112) für die Boragineen angegebenen, zwar schon von Vesque (Les tissus etc. in Nouv. Arch. d. Mus. d'Hist. nat., 2. sér., IV, 1881, p. 19; Caractères d. Gamopétales etc. in Ann. Scienc. nat., 7. sér., I, 1885, p. 295, tab. XIV, fig. 1) erwähnt und abgebildet worden sind, jedoch ohne dass die in schönster Weise ausgebildeten Cystolithen, welche hier unabhängig von den Haaren in besonderen Epidermiszellen (wie bei den Urticaceen und Acanthaceen) vorkommen, von demselben berührt worden wären.

Um aus einer vorläufigen Umschau über das Vorkommen dieser Cystolithen bei den Cordiaceen einiges anzuführen, so bemerke

ich, dass dieselben bald mit, bald ohne kalkige Incrustation im Blatte zahlreicher, aber nicht aller Arten der Gattung Cordia (einschliesslich der von A. de Candolle noch unter dem Gattungsnamen Varronia aufgeführten 8 Arten) sich finden. So habe ich sehr schöne und in reichlichem Masse ausgebildete Cystolithen in besonderen, zu den Haaren in keiner Beziehung stehenden Epidermiszellen bei keiner der mir zur Hand gewesenen 7 von den 18 in DC. Prodr. aufgeführten Arten der zugleich durch das Auftreten von sternförmigen oder zweiarmigen Haaren ausgezeichneten Section Gerascanthus vermisst. Es waren das Cordia gerascanthoides Kunth, Gerascanthus Jacq., alliodora Cham., excelsa A. DC., Chamissoniana Steud., cujabensis Manso & Lhotzk. und glabrata A. DC., n. 2, 5, 6, 8, 9, 10 und 11 des Prodromus, die erste und letzte mit zweiarmigen Haaren, wie sie auch bei C. abyssinica R. Br. (Varronia a. A. DC.), C. Myxa L. und wohl noch manchen anderen (z. Th. neben Borstenhaaren), namentlich an jungen Blättern, vorkommen. Die Cystolithen geben sich hier und bei vielen anderen Arten, besonders schön und deutlich z. B. bei C. Myxa, schon unter der Lupe als erhabene Punkte am getrockneten Blatte zu erkennen und sind häufig kalkfrei. Uebrigens kommen kalkfreie und kalkhaltige, und letztere zum Theile (bei beträchtlicherem Kalkgehalte nämlich) auch doppelt brechend, neben einander in demselben Blatte vor (C. Gerascanthus). Stiel und Schichtung sind bald mehr, bald weniger deutlich entwickelt. Der Stiel erweist sich (bei C. Gerascanthus z. B.) als verkieselt. Das an ihn sich anschliessende Schichtencentrum, seltener auch die äusseren Schichten zeigen nach dem Entkalken mit Jod und Schwefelsäure Cellulosereaction. Die betreffenden Zellen — die Lithocysten — gehören der Epidermis des Blattes an und treten besonders, und in besonderer Grösse, an der oberen Blattseite auf, meist nur mit einem kleinen Theile ihrer Wandung an der Bildung der äusseren Blattfläche sich betheiligend. Ist die Cystolithenbildung in ihnen eine sehr geringe, so stellen sie am trockenen Blatte, statt erhabener, vertiefte und gelegentlich auch durchsichtige Punkte dar (C. glabra Cham., magnoliaefolia Cham., brachytricha Fresen.), wie die kalkfreien Cystolithen gewisser im Vorausgehenden erwähnter Pflanzen (Ficus cordata Thunb., Menina turgida Fua — s. diese Sitzungsber. 1886, p. 325, 326). An der lebenden Pflanze können auch kalkhaltige Cystolithen als durchscheinende Punkte hervortreten (C. Myxa des Münchener Gartens). Auch etwas den Doppelcystolithen sich Näherndes, nämlich Gruppen von zwei oder drei Cystolithen, resp. Cystolithenzellen, ge-

ringerer Grösse kommen vor, z. B. an der Unterseite des Blattes von C. Gerascanthus.

Zu fehlen scheinen die Cystolithen z. B. bei C. nodosa Lam. (C. collococca, non L., Aubl. — nicht „callococca", wie es bei dieser und der Linné'schen Art in DC. Prodr. IX, p. 475, 499 und p. 500 unter C. ehretioides Lam. heisst, da der Linné'sche, von P. Browne entlehnte Name, wie der schon von Plukenet (t. 158 f. 1) und von Sloane erwähnte Vulgärname „Clammy cherry", auf das viscide Fleisch der Frucht sich bezieht, welche auch schon Plukenet als „fructus viscosus", nicht villosus, wie es in dessen Citat bei Poiret Encycl. VII, p. 42 heisst, bezeichnet hat — mit winkeligbuchtigen Epidermiszellen und kleinen Aussendrüsen auf derbwandiger, becherförmiger Stielzelle) und bei einer in der Flor. bras. Fasc. XIX, 1857, p. 16 von Fresenius zu C. umbraculifera A. DC. gebrachten Pflanze von Spruce, n. 1019, (ebenfalls mit kleinen Aussendrüsen und mit knötchenförmigen Erhabenheiten auf der Oberseite des trockenen Blattes, welche hier aber nicht von Cystolithen, sondern von Sklerenchymfasern im Blattfleische herrühren). Ebenso bei der Gattung Patagonula, der einzigen, welche mir von den übrigen Cordiaceen-Gattungen in entsprechendem Materiale noch zur Verfügung stand (P. americana L. β hirsuta Fresen. l. c. p. 27). Von Saccellium konnte ich nur einen der von Bonpland an das Herb. de Candolle mitgetheilten Fruchtkelche und eine zufällig in denselben gelangte Blüthenknospe untersuchen, welche Krystallsand aufwiesen, namentlich in der Krone und dem Mittelbande der Antheren, Cystolithen aber nicht. Da in Benth. Hook. Gen. II diese Gattung nur fragweise zu den Cordiaceen gestellt ist, unter Hinweisung auf die Abweichungen in den Angaben von Bonpland und Miers, so füge ich hier bei, dass sich mir die Angaben von Miers, abgesehen von der Ableugnung des von Bonpland erwähnten Sameneiweisses, als die correcteren erwiesen haben, und dass namentlich aus der von Miers sehr deutlich hervorgehobenen, aber nicht gut gezeichneten, fächerartigen Längsfaltung der Cotyledonen die Zugehörigkeit zu den Cordiaceen für Saccellium sich unzweifelhaft ergibt. Das Sameneiweiss, über dessen Gegenwart auch Baillon in seiner Mittheilung über die Blüthe der Pflanze (nach Materialien des Herb. Bonpland, in Bullet. Soc. Linn. de Paris No. 103, Jan. 1890, p. 818) schweigt, ist spärlich, nur 2 bis 3 Zellschichten stark, wie die Cotyledonen Oel und Aleuron enthaltend (nicht „mehlig", wie Bonpland es nennt). Es zieht sich in zusammengedrückten Resten auch zwischen die Cotyledonen und ihre Falten hinein, gerade wie es in Benth. Hook.

Gen. II, p. 833 für die Convolvulaceen in angeblichem Gegensatze zu den Cordiaceen geschildert wird. Dieser Gegensatz existirt nicht wirklich. Auch bei Cordia ist vielmehr, wie mir vergleichende Untersuchungen gezeigt haben, ein spärliches Sameneiweiss vorhanden und ein Ueberrest desselben zwischen den Falten der Cotyledonen zu finden. Darnach sind die Angaben der Autoren zu berichtigen.

Bei manchen Arten sind die Lithocysten mehr oder weniger weit in Haare (mit ziemlich dicker Wandung und oberflächlichen, kalkhaltigen Knötchen) entwickelt (in allen beliebigen Graden, z. B. bei der von A. DC. zu C. macrophylla Mill., von Grisebach aber in Fl. Brit. W. Ind. Isl. p. 480 zu C. sulcata A. DC. gerechneten Pflanze von Sieber aus Martinique, n. 59), mit oft seitwärts an der Grenze zwischen dem freien Theile des Haares und seiner eingesenkten, erweiterten Basis befestigten Cystolithen. Bei wieder anderen, wie C. trachyphylla Mart., C. scabrida Mart. und der mit kleinen Aussendrüsen versehenen C. affinis Fresen. findet man nur in den Haaren cystolithenartige Ablagerungen, zum Theile ähnlich, wie sie Schleiden für Ficus Carica (und als blosse Füllmasse des Haarkanales für Borago officinalis) gezeichnet hat (Grundz. d. w. Bot., 2. Aufl., I, 1845, p. 328, 329). Diese „Cystolithenhaare" („poils cystolithiques") sind es, auf welche schon Vesque nach dem oben Angeführten gemäss einer Beobachtung an Cordia ferruginea aufmerksam gemacht hat, unter Vergleichung derselben mit ähnlichen Haaren auf der Narbe von Tournefortia angustifolia (Ann. Sc. n., 7. ser., I, 1885, p. 295). Vielfach zeigen dann auch die rosettenförmig in der Umgebung des Haares angeordneten Zellen solche Ablagerungen, und gerade diese erscheinen meist reichlich mit Kalk imprägnirt, so dass die ganze Zellrosette als weisses, schuppenartiges Gebilde über die benachbarte Blattfläche hervortritt, und in jeder dieser Zellen schon unter der Lupe die kalkige Masse erkennbar ist. So bei C. subopposita A. DC., mirabiliflora A. DC. und vielen anderen. In manchen Fällen erstreckt sich bei älteren Blättern die Ablagerung auch auf die sämmtlichen oder doch viele der zwischen den Rosetten gelegenen Epidermiszellen, wie bei anscheinend zu C. Sebestena L. gehörigen Exemplaren aus den Antillen von Crudy im Herb. Monacense. Aber auch kalkfreie cystolithenartige Ablagerungen kommen in den Zellrosetten an der Haarbasis und da und dort auch in den zwischen diesen gelegenen Epidermiszellen vor, wie z. B. bei C. ambigua Cham.

Aehnliche schuppenartige Zellrosetten mit cystolithenähnlichen

Kalkablagerungen kommen bekanntlich bei gewissen Boragineen, besonders bei Cerinthe, vor und haben schon seit langem entsprechende Beachtung gefunden. Sie sind seinerzeit von Mohl (bot. Zeit. 1861, p. 229) und de Bary (s. a. ob. a. O.), neuerdings ferner von Vesque (a. a. O. p. 294, 295 als „plaques cystolithiques") hervorgehoben worden. Bachmann führt sie in seiner Untersuchung über die Schildhaare (Flora 1886, p. 411, Sep.-Abdr. p. 24) als „Scheinschildhaare" oder „Scheinschülferchen" für Cerinthe und Ehretia auf und reiht ihnen (a. a. O. und p. 428) ähnliche durch Verkieselung von haartragenden (oder mit Haarrudimenten versehenen) Zellrosetten entstehende Gebilde bei gewissen Verbenaceen (Tectona grandis), Urticaceen (Humulus, Ulmus) und Dilleniaceen (Hibbertia, Doliocarpus, Curatella) an. Die letzteren beider Familien haben, wie auch die Chrysobalaneen und Compositen (Helianthus, Obeliscaria, Heliopsis), in der gleichen Hinsicht auch schon Mohl und de Bary genannt (s. a. a. O.). Man kann diesen Familien, bei welchen gelegentlich (z. B. bei Helianthus) Einlagerung von Kalk neben der Kieselerde in den Zellwänden vorkommt, wie umgekehrt bei den Cystolithen neben Kalk auch ein Kieselskelet, noch weiter gewisse Halorageen (z. B. Goniocarpus scaber Thb.) an die Seite stellen und besonders gewisse Cucurbitaceen (z. B. Coccinia cordifolia Cogn. *β* Wightiana). bei welchen analoge, verkieselte Zellrosetten — man könnte sagen Kieselschülferchen — vorkommen, welche sich dadurch wirklichen Schülferchen nähern, dass sie in Folge einer Faltung der Epidermis oder auch nur der äusseren Wandung der betreffenden Epidermiszellen mit freiem Rande über die Blattfläche vorspringen, während ihre vertiefte Mitte einer ein- oder mehrschichtigen Gruppe ebenfalls verkieselter Zellen des Diachymes aufsitzt. Bei gewissen Cucurbitaceen sind in den betreffenden Zellen der Epidermis und des Diachymes zugleich verkalkte, cystolithenartige Ablagerungen (Protuberanzen) vorhanden (s. Coccinia quinqueloba Cogn.), so dass dadurch ein Uebergang von den Kieselschülferchen zu den schon oben (p. 117) erwähnten Cystolithen-Rosetten und Cystolithen-Haaren der Cucurbitaceen gegeben erscheint. Ebensolche verkalkte, cystolithenartige Ablagerungen finden sich auch in vielen Kieselrosetten von Tectona grandis, welchen bei anderen Verbenaceen gleichfalls wieder Cystolithenhaare mit Cystolithenrosetten zur Seite stehen, wie schon Vesque (a. a. O. p. 337) für Verbena, Lippia und Lantana unter besonderer Hervorhebung von „Lippia Montevidensis", d. i. Lantana Sellowiana Link & Otto, (a. a. O. Taf. XV,

Fig. 5) richtig angegeben hat, wobei er jedoch gelegentlich des Hinweises auf vorausgegangene Mittheilungen neben den Boragineen wohl nur irrthümlich die Bignoniaceen und wohl nur statt der Acanthaceen nennt. Ich füge der genannten Lantana, um auch für die Gattungen Verbena und Lippia bestimmte Pflanzen namhaft zu machen, beispielsweise noch Verbena Caroliniana L. und Lippia Schaueriana Mart. hinzu.

Den Cystolithen-Haaren und -Rosetten der Cucurbitaceen und Verbenaceen sowie der schon vor diesen erwähnten Boragineen und Cordiaceen reihen sich auch noch ganz ähnliche Vorkommnisse bei den nahe verwandten, in dieser Hinsicht auch von Vesque (Caract. d. Gamop. l. c. p. 297) schon erwähnten Hydrophyllaceen an, wie mir zur Orientirung auch auf diese Familie ausgedehnte Untersuchungen gezeigt haben. Ich nenne besonders Codon Royeni L., Emmenanthe penduliflora Benth. und Phacelia tanacetifolia Benth., welch' letztere Pflanze auch Vesque neben Nemophila und Hydrophyllum namhaft gemacht hat. Bei der erstgenannten dieser Pflanzen erstrecken sich, ähnlich wie bei Coccinia quinqueloba unter den Cucurbitaceen, die Ablagerungen mitunter auch auf die Pallisadenzellen.

Die Zahl der cystolithenführenden Familien steigt damit, wenn wir jene mit Cystolithen-Haaren und -Rosetten, resp. mit cystolithischen Protuberanzen (aber nicht eigentlichen Cystolithen und Cystotylen), einrechnen und die Cordiaceen als besondere Familie (neben den Boragineen) zählen, auf 10. Es sind das, nach chronologischen und verwandtschaftlichen Anhaltspunkten geordnet, die Urticaceen und Acanthaceen, die Cucurbitaceen und Begoniaceen, die Gyrocarpeen und Olacineen; die Cordiaceen; die Boragineen, Hydrophyllaceen und Verbenaceen. Ob auch die Orchideen nach dem oben p. 117 erwähnten Vorkommnisse hier anzureihen seien, lasse ich bis zu erneuter Untersuchung derselben dahingestellt sein. Ebenso lasse ich die Mittheilung von Ed. Heckel über das Vorkommen von Cystolithen bei der Rubiaceen-Gattung Exostemma (in Bullet. Soc. bot. d. France, XXXV, 1889, p. 400), da an den wenigen, im Augenblicke hier zur Verfügung stehenden Arten solche nicht zu finden waren, bis zu weiterer Bestätigung auf sich beruhen.

In systematischer Hinsicht scheinen besonders die eigentlichen Cystolithen belangreich zu sein, wie die seinerzeit auf meine Veranlassung bei den Acanthaceen von Herrn Dr. Hobein durchgeführten Untersuchungen gezeigt haben.

Es verdient somit das Vorkommen solcher Cystolithen bei den Cordiaceen, ebenso wie das bei den Begoniaceen, der Verwerthung für das System halber eine ausgedehnte, vergleichende Untersuchung. (Ich freue mich, hier noch mittheilen zu können, dass Herr Dr. C. Mez eine solche vergleichende Untersuchung für die Cordiaceen diesen Winter in München unternommen und zu vorläufigem Abschlusse gebracht hat, sowie, dass auch die der Begoniaceen im Werke ist.)

Das Gleiche gilt von einem zweiten bei verschiedenen Arten der Gattung Cordia beobachteten und vielleicht ganz allgemein hier verbreiteten interessanten Vorkommnisse, nämlich von dem bald mehr (C. Gerascanthus Jacq., reticulata Vahl etc.), bald weniger (C. Myxa L., umbraculifera A. DC. etc.) reichlichen Auftreten eines eigenthümlichen Inhaltes in den Zellen des Blattfleisches, des Pallisadengewebes sowohl wie des Schwammgewebes, bei älteren Blättern, welcher sich bei näherer Untersuchung als ein festes, krystallinisches Fett erwies — ein Vorkommniss, welches meines Wissens noch nirgends bei Blättern beobachtet worden ist, welches aber wahrscheinlich mehrfach sich finden dürfte und welches mir auch bei gewissen Combretaceen bereits wieder begegnet ist, wie weiter meinem Assistenten, Herrn Dr. Solereder, bei gewissen Cinchoneen.

Dieser Inhalt stellt im getrockneten Blatte brockige oder (entsprechend der Gestalt der Pallisadenzellen) mehr minder keulenförmige Massen dar, welche stark doppeltbrechend sind und welche diese Eigenschaft weder durch die Einwirkung von Javelle'scher Lauge verlieren, noch durch nachheriges Auswaschen mit Wasser und Behandlung mit Jodlösung (wodurch bei C. reticulata Gelbfärbung derselben veranlasst und da und dort Einlagerung von Stärkekörnchen nachgewiesen wird), noch durch weiter folgende Behandlung mit verdünnter oder concentrirter Schwefelsäure. In Alkohol löst sich derselbe nicht, ausser beim Kochen, wohl aber in Aether. Beim Erhitzen bis zur Bräunung der Zellwände verschwindet derselbe. Beim Erwärmen in Wasser schmilzt er und erscheint nun in Form von Oeltropfen. In Ueberosmiumsäure wird er grau bis schwarz.

Bei den Combretaceen (Bucida Buceras L., Terminalia lucida Vahl etc.) tritt dieser Inhalt am deutlichsten nach der Aufhellung der betreffenden Präparate durch Javelle'sche Lauge hervor, in fast jeder Zelle des Pallisadengewebes und in vielen des Schwammgewebes in Form rundlich-eckiger Massen, welche bei einigen dieser Pflanzen (wie Terminalia macroptera Mart., Hb. Fl. bras. n. 453)

auch doppelt brechen, wenigstens zum Theile (wie bei Terminalia Boivini Tul., coll. Boivin n. 2685), bei anderen (wie Buchenavia capitata Eichl.) dagegen nicht, in kaltem Alkohol sich nicht verändern, in Aether aber sich lösen und in Ueberosmiumsäure braun bis schwarz und vacuolig werden.

Bei Cinchona Calisaya Wedd. (an von Hasskarl gesammeltem und mitgetheiltem Materiale) finden sich neben derartigen compacteren, doppeltbrechenden Massen auch halbflüssige, einfach brechende und eben solche bei Exostemma angustifolium Röm. & Schult. (Originalexemplar von Swartz aus Jamaica). In Alkohol werden dieselben nur vacuolig; in Aether lösen sie sich; in Ueberosmiumsäure werden sie schwarz.

Ein ganz ähnliches Vorkommniss habe ich weiter bei den älteren Blättern gewisser Sapotaceen beobachtet (Achras Sapota L., Sideroxylon inerme L., Arten von Mimusops), bei welchen der betreffende, in ganz ähnlicher Weise abgelagerte und im Blatte vertheilte, stark doppeltbrechende Körper aber nach seiner Löslichkeit und seinem reactiven Verhalten kautschukartige Natur verrieth. Derselbe löst sich in Aether nicht, dagegen in Chloroform und Benzol. In Ueberosmiumsäure tritt keine, oder nur eine oberflächliche Trübung ein.

Ich habe darüber schon früher gelegentlich der Ueberführung der Gattung Reptonia von den Theophrasteen zu den Sapotaceen in diesen Sitzungsberichten Mittheilung gemacht (1889, p. 267).

Eine Ablagerung eines fettartigen Körpers, welche übrigens in mehrfacher Hinsicht abweichende Verhältnisse zeigt, ist auch bei gewissen Sapindaceen zu beobachten (Arten von Thouinia, Alectryon, Xerospermum etc.).

Schliesslich sei hier noch bemerkt, dass die in dieser Einschaltung enthaltenen Mittheilungen bereits im August 1889 niedergeschrieben waren, also geraume Zeit vor dem Erscheinen von Kohl's „Anatomisch-physiologische Untersuchung der Kalksalze und Kieselsäure in der Pflanze." Ich habe geglaubt, dieselben unverändert lassen zu sollen, obwohl rücksichtlich manchen Punktes Beziehung auf die Arbeit von Kohl hätte genommen werden können. Dem Leser wird es leicht sein, das selbst zu thun. Nur das mag hier hervorgehoben sein, dass den im Vorausgehenden (p. 123) genannten 10 (oder mit Einschluss der Orchideen 11) Familien mit Cystolithen und cystolithenartigen Ablagerungen nach Kohl's Angaben auch noch die Loasaceen beigezählt werden können, mit Rücksicht auf das Vorkommen entsprechender Ablagerungen in den Haaren von Cajophora lateritia (p. 132, Taf. IV, Fig. 37) und Gronovia

scandens (ebenda, Fig. 39 und 46), welch' letztere Pflanze Kohl übrigens noch als Cucurbitacee aufführt. Nicht berührt sind dagegen bei Kohl von jenen 10 Familien die Begoniaceen, Olacineen, Cordiaceen, Hydrophyllaceen und Verbenaceen.

Nebenbei mögen ferner den von Kohl angeführten Pflanzen mit Kieselerdeablagerungen im Inneren bestimmter Zellen nach einer zuerst an einem fructificirenden Exemplare von Angiopteris evecta Hoffm. im Münchener Garten gemachten Beobachtung die Marattiaceen beigefügt sein, welche in einzelnen oder zu zweien und mehreren (bis zu 12 und 18) an der unteren Blattfläche zwischen den Spaltöffnungen neben einander liegender Epidermiszellen je einen länglich runden, die Zelle fast ganz erfüllenden Ballen von Kieselerde mit fein grubiger oder traubiger Oberfläche und vacuoligem Inneren besitzen, jedoch nicht ausnahmslos. Einzelne derartige Zellen zeigte mir eine als Marattia fraxinea L. aus Kew mitgetheilte Pflanze vom Cap-Lande, coll. Burchell n. 5821; armzellige Gruppen zeigte die erwähnte Angiopteris evecta Hoffm. des Münchener Gartens; reichzellige die im Kew-Cataloge unter n. 3183 ebenso bezeichnete Pflanze von Wight. Zu fehlen scheinen sie bei Kaulfussia und Danaea. Beim Verbrennen der Epidermis in der Weingeistflamme werden die Kieselballen bis auf einen farblos bleibenden Saum braun, was auf einen Gehalt von organischen Substanzen oder ein Eindringen solcher während der Verbrennung schliessen lässt; bei vollständiger Veraschung des Gewebes bleiben die Ballen ohne solche Färbung zurück.

Ich nehme, da Kohl diese Ablagerungen nicht erwähnt hat, an, dass sie der Aufmerksamkeit der Beobachter bisher sich entzogen haben. Auch in R. Kühn's Untersuchungen über die Anatomie der Marattiaceen (Flora, Jahrg. LXXII, Dec. 1889, p. 457 etc.) ist nichts darüber zu finden.

Die Verwandtschaft der Meliantheen mit den Zygophylleen bekundet sich endlich auch durch die Uebereinstimmung in der Beschaffenheit der Pollenkörner von Guajacum einerseits (s. Mohl über den Bau und die Formen der Pollenkörner, p. 99), von Melianthus, Greyia[1]) und

1) Bei dieser Gelegenheit mag ein Irrthum berichtiget sein, der sich in die Auffassung des Fruchtknotens von Greyia eingeschlichen hat (s. Benth. Hook Gen. I, p. 1000; Baillon Hist. d. Pl. V, p. 426).

Derselbe ist vollständig 5-fächerig, nicht bloss „halb 5-fächerig",

Bersama andererseits; ferner in der Beschaffenheit des äusseren, arillös-baccaten Theiles der Samenschale von Guajacum und des Arillus von Bersama, welche beide beim Schütteln mit Wasser die Bildung eines längere Zeit stehen bleibenden Schaumes veranlassen; endlich in der Lage des Embryo innerhalb des knorpeligen Sameneiweisses.

Eine erwähnenswerthe, meines Wissens noch bei keiner anderen Pflanze beobachtete Eigenthümlichkeit zeigt, wie hier beigefügt sein mag, Bersama (B. abyssinica Fresen., von welcher Art allein mir vollständig ausgereifte Samen vorlagen) darin, dass die Verdickungen der Endospermzellen zu untereinander anastomosirenden, die Zelle durchquerenden (mit Jod und Schwefelsäure sich intensiv blau färbenden) Zellstoffbalken ausgebildet sind. Bei Melianthus (M. comosus Vahl) war an den verhältnissmässig dünnwandigen Endospermzellen solches nicht zu beobachten. —

Zu entfernen sind ausserdem aus der Familie der Sapindaceen, wie ich am Schlusse der mehrerwähnten Gattungsübersicht in dem Index Durand schon angeführt habe, die in Bentham und Hooker Genera bei ihr, sei es in der Tribus der „Sapindeae", sei es in der Tribus der „Dodonaeae" untergebrachten Gattungen Akania, Alvaradoa, Aitonia und Ptaeroxylon mit bald grossem (Akania), bald spärlichem, aber doch deutlichem Sameneiweisse, welches den Gattungen Alvaradoa, Aitonia und Ptaero-

---

und die Samenknospen sind im inneren Winkel jedes Faches inserirt, nicht an „parietalen Placenten." Der Irrthum ist daraus entstanden, dass die Fächer, resp. Fruchtblätter, seitlich frei und nur in der Axenlinie des Fruchtknotens durch ein lockeres, von einer Höhlung durchzogenes Gewebe verbunden sind, so dass sie schon bei einem nicht sorgsam genug ausgeführten Querschnitte (wie auch bei der Fruchtreife) an dem inneren Winkel sich öffnen, indem die Ränder jedes Fruchtblattes unter Zerreissung des centralen Gewebes sich von einander trennen, während sie mit den Rändern der benachbarten Fruchtblätter verbunden bleiben (bei der reifen Frucht übrigens nur in ihrer unteren Hälfte). Ein derartig veränderter Fruchtknoten ist es, welchen die Querschnittszeichnung in Harvey's Thesaurus capensis I (1859), Taf. 1 Fig. 8 darstellt.

xylon in Bentham und Hooker Gen. vergeblich abgesprochen wird, während für Akania darin eine Angabe fehlt, da die Frucht damals noch nicht bekannt war („fructus non visus" l. c. I, 1862, p. 409). Diese 4 Gattungen verrathen alle viel nähere Beziehungen zu anderen Gruppen als zu den Sapindaceen, zu den Staphyleaceen nämlich, den Simarubaceen, den Meliaceen und den Cedrelaceen, wie ich schon in dem Index Durand ausgesprochen habe.

Als vollständig zweifelhafte Gattungen sind endlich bei der verwandtschaftlichen Gruppirung der Sapindaceen ausser Betracht zu lassen die beiden Gattungen Eustathes Lour. und Apiocarpus Montrous., welche bisher den Sapindaceen zugewiesen waren, für welche aber die Zugehörigkeit zu irgend einer bestimmten Familie wegen der Unvollständigkeit der betreffenden Charakteristiken und wegen des Mangels entsprechender Materialien sich nicht feststellen lässt, so dass sie bis zur etwaigen Gewinnung weiterer Aufschlüsse über sie auf sich zu beruhen haben und nur in einem Verzeichnisse ähnlicher „Genera dubia" als Anhang des ganzen Systemes Platz finden können.

Es sei über diese 6 Gattungen im Folgenden das Nöthige beigebracht.[1])

---

1) Von anderen in früherer oder in neuerer Zeit mit Unrecht zu den Sapindaceen gebrachten Gattungen und Arten, welche ich schon in meinen früheren Mittheilungen an die richtige Stelle, an der sie nun auch im Index Durand zu finden sind, verwiesen habe, wie Blepharocarya Ferd. Müll. -- deren Zugehörigkeit zu den Anacardiaceen Ferd. v. Müller nun selbst in dem 4. Supplemente seines „Census" (1889, p. 8) anerkannt hat — und die ganze Reihe der auf 14 verschiedene Familien sich vertheilenden, früher bei Sapindaceen-Gattungen untergebrachten (50) Arten, welche ich in meiner Abhandlung über Sapindus etc. (Sitzungsber. d. k. bayer. Acad. 1878) in Tabelle I und Anhang dazu (p. 298—313) aufgeführt habe und denen sich ähnliche aus den Familien- und Gattungsnamen des Registers oder entsprechender Tabellen zu entnehmende in meiner Abhandlung über die Sapindaceen Holländisch-Indiens (1877—78),

Für Akania hat bereits Ferd. v. Müller (Fragmenta IX, 1875, p. 89 und Additam. p. 197) nach dem Bekanntwerden der Frucht und des Samens „mit einem den Cotyledonen an Dicke gleichkommenden Eiweisskörper" die Ansicht ausgesprochen, dass dieselbe „ungeachtet der zerstreut stehenden und nebenblattlosen Blätter" zu den Staphyleaceen mit wohl ausgebildetem Eiweisskörper und intrastaminalem Discus zu verbringen sei, und es ist dieser Ansicht günstig, dass in dem Verwandtschaftskreise der (nach dem Vorausgehenden) wieder zu den Frangulaceen von Endlicher, d. i. den Celastrales von Bentham und Hooker, zurückzuführenden Staphyleaceen — also innerhalb des von diesen und den Celastrineen, Olacineen, Ilicineen, Stackhousiaceen, Chailletiaceen, Rhamneen und Ampelideen gebildeten Kreises — ein Discus perigynus calyci adnatus und dem entsprechend perigyne Insertion der Staubgefässe und Blumenblätter, wie bei Akania, wiederholt zu finden ist (unter den Celastrineen mehrfach und am deutlichsten wohl bei Glossopetalum, unter den Olacineen bei Liriosma und Lepionurus, weiter bei Stackhousia, unter den Rhamneen bei Rhamnus selbst und bei verschiedenen Colletieen, während in der Tribus der Gouanieen die Blüthe sogar epigynisch wird).

über Cupania etc. (Sitzungsb. 1879) und im Supplemente von Serjania (1886) anschliessen, will ich hier, da ich sie als abgethan betrachte, keine weitere Erwähnung thun. Nur an Serjania Vell. = Lantana sp. (cf. Serj. Suppl. p. 1) und Schieckea Karsten = Maytenus tovarensis m. (cf. üb. Sapindus etc., 1878, p. 312, 383) mag hier erinnert sein, da die erstere im Index Durand gar nicht, die letztere wenigstens nicht an der rechten Stelle in Betracht gezogen wurde, beides ohne mein Verschulden. Nur dort und nicht schon früher sind dagegen angeführt: Valenzuelia S. Mutis (non Bertero) = Picramnia Sw. und Alectryon canescens DC. = Terminalia canescens m. (T. circumalata Ferd. Müll.).

Uebrigens würde der Discus perigynus, welcher für Akania in Verbindung mit dem Habitus auch an eine Verwandtschaft mit den Rosaceen (Quillajeen) denken liesse, für sich allein eine Einreihung der Pflanze bei den Sapindaceen noch nicht unbedingt ausschliessen, da man ja auch den einseitig erweiterten Discus mancher Sapindaceen, wie z. B. von Llagunoa, als einen „Discus calyci adnatus" auffassen kann, eine ähnliche Beschaffenheit des Discus auch bei anderen Discifloren, welche den Sapindaceen nahe stehen, gelegentlich vorkommt, z. B. bei Garuga unter den Burseraceen, bei Thyrsodium unter den Anacardiaceen, und die Insertion der Staubgefässe überhaupt nicht den hohen Werth, den man ihr früher für die Classification beigelegt hat, besitzt. Es hat das schon Baillon bei der Besprechung von Akania in dem Bullet. Soc. Linn. de Paris Nro. 28, Oct. 1879, p. 224 hervorgehoben, und ich pflichte demselben darin vollständig bei. Nicht ebenso aber, wenn derselbe gegenüber F. v. Müller die Gattung Akania, wofür er wirkliche Gründe nicht beibringt, als näher mit der Sapindaceen-Gattung Xanthoceras, denn mit den Staphyleaceen verwandt erklärt, und in meiner abweichenden Ansicht hierüber kann mich auch der Umstand nicht beirren, dass Baillon (Hist. d. Pl. V, 1874, p. 358) Xanthoceras selbst wegen der zahlreichen Samenknospen und der schuppenlosen Blumenblätter als einen den Staphyleaceen sich nähernden Typus bezeichnet, wofür jedenfalls der bei Xanthoceras, wie bei allen typischen Sapindaceen, extrastaminal auftretende Discus und der eiweisslose Same nicht spricht. Was er von den bei Akania nur in der Zweizahl in jedem Fache vorhandenen Samenknospen hervorhebt, dass sie, die eine zur rechten, die andere zur linken des Innenrandes inserirt, sich anfänglich mehr oder weniger genau den Rücken zukehren, („Il n'y a que deux ovules dans chacune des trois loges; insérés l'un à droite et l'autre à

gauche du bord interne, ils se tournent d'abord plus ou moins nettement le dos" Bull. l. c.) ist ganz geeignet, die Verwandtschaft mit Staphylea noch weiter plausibel zu machen, bei welcher Gattung die, wie bei Akania, rein anatropen Samenknospen, deren Mittelebene horizontal steht, mit ihrer Rhaphe ebenfalls einander zugekehrt sind. Die eben erwähnte Angabe Baillon's lässt sich übrigens mit jener in Baillon Hist. d. Pl. V, p. 412: „ovulis in loculis 2, superpositis, descendentibus" und mit der an Blüthe und Frucht von Akania zu machenden Beobachtung, dass die Rhaphe ventral (und nicht dorsal) gelegen ist, die hängenden Samenknospen also epitrop sind, wohl nur durch die eben stillschweigend gemachte Annahme vereinbaren, dass Baillon unter dem Rücken der Samenknospe die Rhapheseite verstanden habe, mit welcher die etwas seitlich gewandten und an die benachbarten Scheidewände sich anschmiegenden Samenknospen ursprünglich mehr als später einander zugekehrt sein mögen. Gewisse Veränderungen in der Lage erfahren auch die Samenknospen von Staphylea, welche bei Staphylea pinnata in zwei Paaren (bei anderen Arten zu mehreren) über einander stehen, ursprünglich heterotrop sind, mit aussen neben dem Nabel gelegener Micropyle, später aber durch eine Neigung nach oben oder unten, oder durch eine geringe Drehung um ihre horizontal stehende Axenlinie bald epitropen bald apotropen Samenknospen sich nähern. Etwas Aehnliches scheint auch bei der Staphyleengattung Turpinia stattzufinden, wenn anders der Widerspruch in den Angaben von Bentham und Hooker „ovula adscendentia" und „semina pendula vel axi horizontaliter affixa" sich lösen lassen soll. Baillon stellt die Samenknospen von Turpinia (Hist. d. Pl. V, p. 343) als aufsteigend und apotrop dar. Ein Seitenstück zu den hängenden Samenknospen von Akania, aber mit Rhaphe dorsalis, findet sich unter den nahe verwandten Celastrineen bekanntlich bei

Cassine; epitrope Samenknospen unter den Celastrales bekanntlich bei Rhamnus, aber in aufrechter Stellung.

Was die Annäherung von Akania an Staphylea weiter unterstützt, ist die Aehnlichkeit in der Beschaffenheit des Pollens. Derselbe ist bei Staphylea kugelig mit drei Längsfalten und je einer Pore in der Mitte dieser, die Exine feingrubig punktirt. Bei Akania erscheint er durch Abplattung der Kugelgestalt mehr oder weniger kuchenförmig mit entsprechend verkürzten Längsfalten.

Die Hauptsache aber bleibt der Same mit verhältnissmässig grossem Eiweisskörper und mit geradem Embryo. Dieser Same ist nach Grösse und Gestalt, und ebenso in seinen anatomischen Verhältnissen sehr ähnlich dem von Staphylea und weicht nur hinsichtlich des Vorkommens einer arillösen Bedeckung davon ab, worin er aber wieder mit dem der Staphyleaceen-Gattung Euscaphis in hohem Masse übereinstimmt. Um gleich diesen Punkt zu erledigen, so wird für Euscaphis Sieb. et Zucc., welche Gattung Baillon mit Triceros Lour., d. i. Turpinia Vent. vereinigt, in Bentham et Hooker Gen. angegeben: „Semina arillata, testa ossea" und in Baillon's Hist. d. Pl. V, p. 392: „Semina 1 — ∞, integumento extimo duro vel plus minus carnoso, arilliformi." Die letztere Angabe kommt dem Sachverhalte näher als die erstere; das was man als arillose Bedeckung des Samens bezeichnen kann, ist nämlich nichts anderes als eine Schichte markig-weichen, luftführenden Gewebes, welche lediglich von den sehr hohen, 6seitig-prismatischen Epidermiszellen gebildet wird, während der darunter befindliche beinharte Theil der Samenschale aus dickwandigen, rundlichen Sklerenchymzellen besteht. Bei Akania verhält sich die Sache ganz ähnlich, nur sind die hohen Epidermiszellen schmächtiger und zartwandiger, führen fettes Oel und etwas Stärke in ihrem Innern und bilden so eine fleischig-weiche Gewebeschichte; an der Basis ihres äusseren

Vierttheiles sind sie wellig in 8—10 aneinander gepresste Querfalten gelegt, so dass der oberhalb gelegene Theil bei oberflächlicher Untersuchung leicht für eine besondere Zelle genommen werden kann. Bei Staphylea sind die Epidermiszellen nieder, die Samenschale aber sonst wie bei Akania (und Euscaphis) beschaffen, der Hauptsache nach aus rundlichen, dickwandigen Sklerenchymzellen gebildet. Nach innen geht das Sklerenchymgewebe bei Akania, wie bei Staphylea, in dünnwandiges schwammförmiges Gewebe über, an dessen äusserer Grenze die Gefässbündel verlaufen, und welches sich unter Zerreissen der Zellen als eine Art innerer, scheinbar freier, dem Sameneiweiss anhaftender Samenhaut ablöst (von F. v. Müller a. a. O. als „endopleura a testa omnino libera, livida, fulvescens, membranacea" beschrieben). In der Chalazagegend bildet dieses Gewebe einen scharf abgegrenzten, runden, dunklen Hagelfleck oder Nabelfleck (sogenannten inneren Nabel), in welchem sich die Gefässe der Rhaphe allseitig ausbreiten, um dann in mehrere Bündel sich zu sammeln und über die der Rhaphe gegenüberliegende Seite des Samens bis in die Micropylegegend zu verlaufen. In allen diesen Stücken zeigt der Same von Staphylea die grösste Aehnlichkeit mit dem von Akania. Ebenso in der Beschaffenheit des fleischigen, ölreichen, stärkelosen Eiweisskörpers, welcher über den Rändern der Cotyledonen verhältnissmässig dünn ist. Nur der Embryo, welcher ebenfalls ölreich ist, zeigt in seiner Lage insofern eine Verschiedenheit, als die Berührungsebene der flach aneinander liegenden Cotyledonen bei Staphylea mit der symmetrischen Theilungsebene des Samens zusammenfällt, bei Akania dagegen diese der Länge nach rechtwinkelig schneidet. Dass solcher Wechsel in der Lage des Embryo auch bei nächst verwandten Gewächsen nicht ausgeschlossen ist, dafür sind Beispiele nicht schwer zu finden: so unter den Celastrales Rhamnus Frangula mit ähn-

lichem Verhalten wie Staphylea, und dem gegenüber Rhamnus cathartica; unter den Sapindaceen die lomatarrhizen Cupanieen gegenüber den notorrhizen u. s. w. Das Würzelchen des Embryo liegt bei Akania, wie bei Staphylea, entsprechend der anatropen Beschaffenheit der Samenknospen, dicht neben dem Nabel. Die gegentheilige Angabe von F. v. Müller „radicula .... ab hilo remotissima" (Fragm. IX, 1875, p. 90) ist unrichtig, wie derselbe brieflicher Mittheilung gemäss selbst auch schon erkannt hat. Der Irrthum beruht wohl zweifellos auf einer Verwechselung von Nabel und Chalaza, dem sogenannten inneren Nabel, welch' letzterer offenbar auch in der Angabe „Hilum fere sesquilineare, ovale, brunneum" von F. v. Müller unter „Hilum" verstanden worden ist, eine Verwechselung, welche bei Untersuchung des von der Schale befreiten Samenkernes leicht sich einstellen kann.

Zu den bisher erwähnten Momenten, welche für die Entfernung der Gattung Akania aus der Familie der Sapindaceen und ihre Ueberführung in die Familie der Staphyleaceen sprechen, kommt nun auch noch das Resultat der anatomischen Untersuchung der Vegetationsorgane, insbesondere des Zweiges. Diese zeigt, dass in der Rinde ein continuirlicher, aus Bastfaserbündeln und zwischen diese eingeschobenen Steinzellen bestehender, also gemischter Sklerenchymring, wie er nach dem später (über die Charakteristik und die anatomischen Verhältnisse der Sapindaceen) Mitzutheilenden den Sapindaceen fast ausnahmslos eigen ist, bei Akania fehlt, obgleich ihr zahlreiche Bastfasern zukommen; weiter, dass die Gefässe des Holzes bei Akania neben einfach durchbrochenen auch leiterförmig durchbrochene Zwischenwände besitzen, welch' letztere bei den Staphyleaceen sich ausschliesslich finden und bei den ihnen nach Endlicher, Agardh und Anderen, wie schon im Vorausgehenden betont wurde, zu-

nächst verwandten Celastrineen, wie bei Akania, neben einfach durchbrochenen und, wie bei Akania, mit zum Theile unter einander schief anastomosirenden Querspangen.

Uebrigens stellt sich Akania immerhin als ein von dem gewöhnlichen abweichender Typus der Staphyleaceen dar, was ausser durch die deutlichere Perigynie durch die zerstreuten, nebenblattlosen Blätter zum Ausdrucke kommt (Aehnliches findet sich aber auch bei anderen Staphyleaceen nach den Angaben in De Candolle Prodr. II, 1825, p. 2 „foliis oppositis, rarissime alternis" für die Familie und p. 3 „paniculae ramis superioribus alternis" für Turpinia paniculata, sowie in Benth. Hook. Gen. I, p. 413 für Turpinia: „Folia exstipulata . . ."), weiter durch den doppelten Staubblattkreis (in welcher Hinsicht sich Analoges unter den Celastrineen in der Gattung Glossopetalum[1]) findet) und durch die hängenden epitropen Samenknospen,

---

1) Die Gattung Glossopetalum hat bekanntlich A. Gray zu den Staphyleaceen gebracht, mit Rücksicht auf die Aehnlichkeit ihrer Frucht mit der von Euscaphis, und da ihm das Vorkommen kleiner, zehenförmiger Stipulargebilde an der Spitze der Blattscheide, namentlich bei einer zweiten von ihm aufgestellten Art, G. Nevadense, gegen die Zugehörigkeit zu den Celastrineen zu sprechen und selbst eine Beziehung zu Purshia unter den Rosaceen anzudeuten schien (sieh Proceed. Amer. Acad. XI, 1876, p. 73 und Bot. of California I, 1876, p. 108). Ich möchte unter Belassung derselben bei den Celastrineen in ihrer Frucht lieber nur einen Fingerzeig für die nahe Verwandtschaft der Celastrineen und Staphyleaceen sehen. Die Gefässzwischenwände sind bei der von mir untersuchten Art, Glossopetalum spinescens A. Gray, wie das bei den Celastrineen die Regel zu sein scheint, nur in der Nähe des primären Holzes leiterförmig, im übrigen einfach durchbrochen. Das Holzprosenchym ist deutlich hofgetüpfelt. Erwähnenswerth ist nebenbei eine sehr starke Einsenkung und Ueberwölbung der Spaltöffnungen an der Epidermis der Zweige gegenüber einer geringen Einsenkung derselben am Blatte.

sowie in anatomischer Hinsicht durch einen nur undeutlichen Hof an den Tüpfeln des Holzprosenchymes gegenüber den deutlichen Hoftüpfeln der übrigen Staphyleaceen, welchem Verhältnisse übrigens hier desshalb weniger Gewicht beizumessen sein dürfte, weil auch bei den nahe verwandten Celastrineen neben hofgetüpfeltem Holzprosenchyme auch einfach getüpfeltes vorkommt (sieh Solereder, über den systematischen Werth der Holzstruktur, 1885, p. 100), und weil auch bei einer anderen zu den Staphyleaceen die nächsten Beziehungen verrathenden Gattung, der Gattung Huertea R. et P., das Holzprosenchym nicht mit Hoftüpfeln versehen ist.

Dass Huerta meiner Meinung nach zu den Staphyleaceen zu verbringen sei, habe ich bereits in dem Index generum von Durand (p. 83) ausgesprochen. Die Gattung ist bekanntlich von Baillon (Hist. d. Pl. V, 1874, p. 404) zu den Sapindaceen und zwar zwischen die Gattungen Melicocca und Alectryon gestellt worden, nachdem sie seit Poiret (1821) von den meisten Autoren zu den Terebinthaceen und zwar bei Endlicher und in Benth. Hook. Gen. I, p. 428 zu den Anacardiaceen, bei Meisner zu den Burseraceen gerechnet worden war. Nur durch Sprengel hat dieselbe bereits einmal eine Annäherung an Staphylea in so fern erfahren, als sie mit der letztgenannten Gattung von ihm fragweise den Rhamneen beigezählt worden ist (Syst. Veg. I, 1825, p. 518, n. 851). Für ihre Zugehörigkeit zu den Staphyleaceen, wofür die volle Sicherheit allerdings erst von dem Bekanntwerden der Frucht zu erwarten ist, spricht ausser dem Habitus besonders die perigyne Insertion des einfachen (fünfgliederigen, mit den Blumenblättern alternirenden) Staubblattkreises, die Gestalt der Samenknospen, welche nicht gekrümmt (wie bei den Sapindaceen und mehr oder minder auch bei den Anacardiaceen), sondern einfach anatrop (und dabei apotrop und aufsteigend) sind, das Vorkommen von drüsenartigen Gebilden an der Blättchenbasis, welche den Stipellen von Staphylea und Turpinia gleichwerthig erscheinen, und endlich ein in seinem Werthe schon im Vorausgehenden bezüglich der Staphyleaceen selbst betontes anatomisches Merkmal, nämlich das Auftreten ebenso typischer, reichspangiger, leiterförmiger Durchbrechung der Gefässzwischenwände, wie bei den eigentlichen

Staphyleaceen, denen sich Huertea noch näher als Akania anzuschliessen scheint. Auch sie bildet übrigens einen etwas anomalen Typus in der Familie der Staphyleaceen, wie sich aus der zerstreuten Stellung der Blätter ergibt, ferner aus dem nach oben unvollständig zweifächerigen Fruchtknoten mit nur einer Samenknospe in jedem Fache, ferner aus dem schon oben erwähnten Fehlen von Hoftüpfeln im Holzprosenchyme. Dass Huertea weder zu den Sapindaceen, noch zu den Anacardiaceen (oder Burseraceen) gehöre, das zeigt ausser dem schon Angeführten einerseits das Fehlen eines continuirlichen Sklerenchymringes in der Rinde, andererseits das Fehlen von Balsamgängen im Weichbaste — wenigstens was die mir allein zur Untersuchung verfügbar gewesene westindische Art betrifft, Huertea cubensis Griseb., Cat. Pl. Cubens., 1866, p. 66, coll. Wright n. 2276. Was die von Grisebach an der eben angeführten Stelle noch weiter mit der Gattung in Beziehung gebrachte Pflanze aus der Sammlung von Spruce in Peru, n. 4193 angeht, so habe ich schon in dem Index Durand bemerkt, dass sie eine Burseracee sei: Crepidospermum Goudotianum Triana et Planch. (sieh Engler Monogr. 1883, p. 93).

Ich schliesse meine Bemerkungen über Akania, indem ich noch erwähne, dass die Blättchen unterseits stark papillös sind, mit zwischen die Papillen eingesenkten und in kleine Grübchen zusammengedrängten Spaltöffnungen, und indem ich die Literatur der Gattung und Art, sowie das Materialienverzeichniss zur Erleichterung der Arbeit für einen künftigen Monographen der Staphyleaceen hier beifüge.

Akania Hook. fil.

Akania Hook. f. in Benth. et Hook. Gen. I, 1 (1862) p. 469 n. 59, excl. syn. „? Apiocarpus Montrousier" ibid. in Addend. p. 1000 adjecto.

— Bentham Flor. Austral. I (1863) p. 471 n. 14.

— Baillon Hist. d. Pl. V (1874) p. 412.

— Baillon in Bull. Soc. Linn. d. Paris No. 28 (1879) p. 224.

Cupania sp. Ferd. Müller (1862—3); cf. infra.

Harpullia? sp. Ferd. Müller (1862—3); cf. infra.

Terebinthacea Decaisne t. Baillon in Bull. etc. l. c. (1879).

Spec. 1: A. **Hillii** Hook. f.

Akania Hillii Hook. f. l. c. (1862).

— — Bentham l. c. (1863).

Akania Hillii Baillon l. c. (1874).
— — Ferd. Müller Fragm. Phytogr. Austr. IX, Fasc. 76 (1875) p. 89 c. obs. „Genus ad tribum Staphylearum transmovendum"; Additamenta p. 197.
— — Ferd. Müller Syst. Census Austral. Pl. (1882) p. 24.
Cupania lucens Ferd. Müller Fragm. Phytogr. Austr. III (1862—63) p. 44 c. obs. „Harpullia?"
Harpullia? sp. Ferd. Müller, cf. loc. anteced.

In Australia orientali extratropica prope sinum Moreton Bay: Leichhardt (ad sinum Moreton Bay, Queensland); Hill (in sylvis ad flumen Pine River, Queensland); Beckler! (ad flumen Clarence River, New South Wales); C. Moore (ad flumen Richmond River, New South Wales); A. Henderson! (ibid.).

Culta in Horto algeriensi du Hamma ex Baillon in Bull. etc. l. c. —

Alvaradoa ist schon von ihrem Autor, Liebmann, nur fragweise als Sapindacee bezeichnet worden, und auch das wohl nur auf Grund unrichtiger Auffassung verschiedener ihrer Charaktere bei gleichzeitigem Mangel reifer Früchte. Er schreibt derselben nämlich einen campylotropen Embryo zu, während derselbe orthotrop ist, und einen die Staubgefässe umgebenden 5-drüsigen Discus, der so allerdings dem extrastaminalen Discus der Sapindaceen entsprechen würde, der aber vielmehr die Staubgefässe an seiner Aussenseite, in den Buchten zwischen seinen 5 episepalen Lappen (oder „Drüsen") gerade über den ebenda eingefügten linearen, mit den Kelchblättern alternirenden Blumenblättern inserirt zeigt. Ausserdem hat Liebmann die eben erwähnten Blumenblätter für sterile Staubgefässe genommen und dem Kelche eine klappige Knospenlage zugeschrieben, die Antheren als einfächerig und mit horizontaler Spalte aufspringend, ferner den Fruchtknoten als oben 1-fächerig, unten 2-fächerig bezeichnet, was alles nicht zutreffend ist.

Richtiger sind die Gattungscharaktere, abgesehen von dem Uebergehen des Sameneiweisses, in Bentham & Hooker Genera und in Baillon Hist. d. Plantes angegeben.

Doch wird auch hier der Kelch, auf dessen — allerdings nur schwache — Imbrication schon Bentham in den Plantae Hartwegianae, Emend. (1856) p. 343 aufmerksam gemacht hat, klappig genannt. Die Angabe „Petala 5 filiformia vel 0" scheint für manche Arten (A. jamaicensis Benth.) und namentlich für die weiblichen Blüthen in der That zuzutreffen und nicht bloss von Liebmann entlehnt zu sein; die Angaben über die Frucht aber und in Benth. Hook. Gen. auch die über die Antheren lassen wieder manches zu wünschen übrig.

In den betreffenden beiden Werken wird die Gattung zugleich als den Simarubaceen nahe stehend bezeichnet.

Grisebach seinerseits hat die Gattung in der Flora Brit. W. Ind. Isl. p. 141 (1859), in den Abh. d. Götting. Gesellsch. d. W. IX (1861) p. 41 und im Catal. Pl. Cubens. (1866) p. 50 direct den als Tribus der Rutaceen von ihm betrachteten Simarubaceen einverleibt und an Picramnia angeschlossen mit der Bemerkung (am letzt citirten Orte): „Genus, nuper ob ovula erecta ad Sapindaceas relatum, principio amaro et staminibus calyci alternis, Picramniae multo affinius videtur." Dieser Auffassung ist derselbe auch in den Symbolae Flor. Argent., 1879, treu geblieben, unter Beifügung der Worte: „Genus radicula infera inter Simarubaceas abnorme, sed typo floris habituque Sapindaceis, quibus a cl. Bentham et Hooker adjungitur, haud affine." Eine im wesentlichen gleiche Auffassung hat seiner Zeit auch Bentham in den Addendis der Plantae Hartwegianae p. 343 (1856) in den Worten: „Genus novum Picramniae affine" und in den Transact. Linn. Soc. XXII, 2 (1857) p. 127 bei Besprechung der Gattung Phoxanthus zu erkennen gegeben, und Turczaninow hat eine von Bentham (a. a. O.) und von Hemsley (in Salvin et Godm. Biol. Centr.-Amer. I, 1879—81, p. 215) hieher bezogene Pflanze von Galeotti (n. 7135) nach den ihm allein

davon vor Augen gewesenen männlichen Blüthen (in Bull. Mosc. XXXI, No. 2, 1858, p. 446) geradezu als eine eigenthümliche Art der Gattung Picramnia unter dem Namen P.? filipetala bezeichnet und hat, was nicht immer bei ihm der Fall ist, damit einen richtigen systematischen Takt verrathen, mehr als alle, die nach ihm die hier so deutlich hervortretenden verwandtschaftlichen Charakterzüge wieder aus den Augen verloren haben.

Die vorzugsweise von Grisebach vertretene Meinung nun wird ausser durch die bei Picramnia ebenso wie bei Alvaradoa vor den Blumenblättern inserirten Staubgefässe und den Gehalt an bitterer Substanz wesentlich unterstützt durch den Nachweis des Albumens bei Alvaradoa, welches auch anderen Gattungen der Simarubaceen zukommt, von den um Picramnia geschaarten, zur Tribus der Picramnieen in Benth. Hook. Gen. vereinigten 9 Gattungen sogar der Mehrzahl, nämlich Soulamia, Irvingia, Harrisonia, Spathelia und Köberlinia, wozu noch die mit Soulamia nahe verwandte, schon durch die gefiederten Blätter leicht davon zu unterscheidende, aus „Cupania No. 278" der Collect. Deplanche aus Neu-Caledonien zu bildende Gattung Picrocardia (mit P. resinosa m.) kommt.[1])

Weiter wird die Meinung Grisebach's unterstützt durch den von diesem selbst schon gelegentlich der Anreihung von Alvaradoa an Picramnia (in Flor. Brit. W. Ind. Isl. p. 141) hervorgehobenen, aber seitdem nicht genug beachteten Umstand, dass die Staubgefässe, wie bei Picramnia, ausserhalb des Discus stehen („stamens . . . inserted below the central disc").

Ausserdem ist auch der Bau der Antheren, den auch wieder Grisebach durch die zwei Worte „anthers 4-locular" richtiger bezeichnet hat, als das von dem Autor der Gattung

1) Sieh näheres über sie im letzten Abschnitte, Anmerk.

und in Benth. Hook. Gen. (hier durch die Worte: „antherarum loculi axin versus in unum longitudinalem confluentes, connectivo dorso incrassato") geschehen ist, ganz dem von Picramnia gleichkommend. Die Antheren stellen sich nämlich als introrse, durch Verbreiterung und Verdickung des Connectives, namentlich bei Picramnia, fast zweiknöpfig gewordene Antheren dar, deren Hälften (oder Knöpfe) normal je zwei Fächer besitzen und in einer Furche zwischen diesen sich öffnen. Eigenthümlich ist nur, dass das Connectiv zuletzt, ähnlich wie bei Antidesma sich nach aussen neigt (auf welche Aehnlichkeit wohl schon Sieber in dem Namen der Picramnia Antidesma aus Martinique hinweisen wollte) und nun einen rechten Winkel mit dem Staubfaden macht, so dass jetzt die Ränder der durch das Aufspringen gebildeten Klappen, anstatt vertical, horizontal laufen, und das ist es offenbar, was Liebmann zu dem unrichtigen Ausdrucke veranlasst hat, dass die Antheren mit horizontaler Spalte aufspringen. Wenn er ferner die Antheren einfächerig nannte, so meinte er wohl eigentlich die Antherenhälften, und da in diesen die Scheidewand zwischen den zwei Fächern nach dem Aufspringen, wie so häufig, durch Schrumpfung nahezu verschwindet, so ist auch diese Anschauung und Ausdrucksweise erklärlich, wenn auch nicht correct, wie ebenso wenig die von einem Zusammenfliessen der Fächer in eines „gegen die Axe", wie es in Benth. Hook. Gen. heisst. Ob hier unter Axe das Centrum der Blüthe zu verstehen sei oder das Centrum der Anthere, mag dahingestellt bleiben. Vielleicht sollte es überhaupt statt „axin versus" heissen: apicem versus. Aber auch das wäre nicht richtig. Die beiden Fächer jeder Antherenhälfte sind, wie an Querschnitten der Anthere deutlich zu sehen ist, ihrer ganzen Länge nach durch die von dem Connective zur Furche hin sich erstreckende Scheidewand gesondert.

Auch die Gestaltung der länglich ellipsoidischen Pollen-

körner mit 3 tiefen Längsfurchen und je einem Porus in den Furchen ist eine übereinstimmende für Alvaradoa und Picramnia.

Man kann überhaupt nicht leicht übereinstimmendere Blüthen von zweierlei Gattungen finden, als die männlichen Blüthen mancher Picramnia- und Alvaradoa-Arten (von P. Selloi Planch. z. B. u. A. amorphoides Liebm.) sind. Dieselbe Zahl, dieselbe Gestaltung, dieselbe auffallende Stellung der Kelchblätter, Blumenblätter und Staubgefässe und im Centrum derselbe kurz kegelförmige in 5 Lappen nach aussen sich verflachende Discus, zwischen dessen Lappen die Staubgefässe gleichsam eingeklemmt sind („inter lobos disci inserta" wie es in Benth. Hook. Gen. für Alvaradoa heisst, während bei Picramnia dasselbe Verhältniss durch die Worte „sub disco inserta" ausgedrückt ist).

Was der Auffassung Grisebach's allein entgegenzustehen scheint, das ist die Apotropie und aufrechte Stellung der (anatropen) Samenknospen, und die dadurch bedingte und von ihm selbst schon hervorgehobene Richtung des Würzelchens nach unten. In dieser Hinsicht ist aber bekannt genug, dass (aufrechte oder hängende) apotrope und (aufrechte oder hängende) epitrope Samenknospen nicht bloss innerhalb derselben Familie, sondern nicht selten bei ein und derselben Pflanze, also in demselben Fruchtknoten sich finden, wofür Agardh in seiner Theoria Syst., 1858, p. LXXV etc. unter der Bezeichnung solcher Samenknospen als „gemmulae heterotropae" zahlreiche Beispiele aufgeführt hat und wofür auch in dem Verwandtschaftskreise der Rutaceen, welchem die Simarubaceen angehören, Beispiele nicht fehlen, wie Dictamnus und Bönninghausenia, bei welchen die unterste Samenknospe in jedem Fruchtknotenfache apotrop ist, während die übrigen epitrop sind (sieh Agardh l. c. tab. XVIII fig. 15, 20). Da bei Alvaradoa die Samenknospen tief unten im Fache stehen, und gerade das

fertile Fach in seinem oberen Theile unvollkommen entwickelt ist, so könnte man im Vergleiche mit Dictamnus annehmen, dass hier die oberen, epitropen Samenknospen nur nicht zur Ausbildung hätten gelangen können. Doch ohne auf eine derartige Annahme irgend ein weiteres Gewicht zu legen, so erhellt aus dem Gesagten wohl genugsam, dass von der Samenknospe allein die Stellung einer Gattung nicht abhängig gemacht werden kann, und dass die Gattung Alvaradoa bei den Simarubaceen trotz der anomalen Samenknospe als etwas weit weniger Anomales erscheint, als sie bei den Sapindaceen erscheinen würde, bei welchen sie schlechterdings nicht belassen werden kann, und bei welchen sie auch Niemand weiter wird untergebracht wissen wollen, der die im Vorstehenden hervorgehobenen verwandtschaftlichen Charakterzüge und Aehnlichkeiten zwischen ihr und Picramnia in Erwägung zieht und der weiss, dass die Verwandtschaft der Pflanzen, wie die Familienähnlichkeit der Personen, bald in diesem, bald in jenem — das eine Mal scharf markirten, das andere Mal fast versteckten Zuge sich offenbart und durch einzelne Eigenthümlichkeiten nicht aufgehoben wird.

Es übrigt mir noch, den Bau der Frucht den bisherigen Angaben gegenüber in's Klare zu stellen, soweit das durch Worte allein geschehen kann.

Die Frucht ist aus drei Fruchtblättern gebildet, von denen, soviel ich an den nur mit kurzen und desshalb einer Drehung nicht leicht unterworfenen Stielen versehenen Früchten von Alvaradoa arborescens ersehen konnte, das unpaare, allein ein fertiles Fach bildende, dem rückwärts in der Blüthe stehenden zweiten Kelchblatte zugekehrt erscheint, was mit der Angabe von Liebmann in Einklang steht, dass an der fertilen Fruchtseite 3 Kelchblätter anliegen.

In der Fruchtanlage sind die drei Fruchtblätter ziemlich gleichmässig entwickelt, alle von ihren Rändern her

zusammengedrückt und nach oben verjüngt, so dass daraus ein pyramidenförmig gestaltetes, 3-schneidiges und 3-fächeriges Pistill mit 3 kurzen spitzen Narben hervorgeht. Nur im Inneren tritt eine Ungleichmässigkeit der Entwicklung in so fern hervor, als von den überhaupt sehr schmalen Scheidewänden nur jene beiden, an deren Entstehung das fertile Fruchtblatt betheiliget ist, ausgebildet sind, während die dritte, diesem Fruchtblatte gegenüberstehende auf Null reducirt und so zu sagen auf ihre Ursprungslinie an der peripherischen Fruchtknotenwand beschränkt ist, mit welcher somit, sammt der Axe der Frucht, die beiden entwickelten Scheidewände verbunden erscheinen. Der Fruchtknoten ist demnach (abweichend von den Angaben Liebmann's) in seiner oberen und unteren Hälfte 3-fächerig, das fertile Fach aber ist etwas anders, etwas geräumiger gestaltet als die beiden anderen. Nur in diesem geräumigeren Fache finden sich an der Basis im inneren Winkel und je an dem Rande einer der hier mit einander verbundenen Scheidewände befestiget, zwei Samenknospen. An der reifen Frucht erweist sich nun auffallender Weise, ausser bei A. jamaicensis Wr., das fertile Fruchtblatt in der weiteren Entwicklung gegen die anderen beiden zurückgeblieben. Die Schneide oder Kante, welche es ursprünglich gebildet hat, wird während der Entwicklung der einen Samenknospe zum Samen (die andere schlägt fehl) verflacht und tritt nur bis zur Mitte der Frucht hinauf deutlich hervor, weiterhin nur mehr einen zum betreffenden, meist am kürzesten bleibenden Narbentheile verlaufenden Gewebestrang darstellend. Der obere Theil der Frucht wird im übrigen nur mehr von den sterilen, in eine Ebene ausgebreiteten Fruchtblättern gebildet, deren Fächer obliterirt sind durch Verwachsung der als 1-schichtiges Endocarp sie auskleidenden, einander zugekehrten, schliesslich sklerenchymatisch werdenden epithelialen Zelllagen, von denen das lockere, schwammförmige Gewebe des Mesocarps sich leicht abtrennt,

so dass die Täuschung, als ob auch hier noch Fachräume erhalten seien, nahe liegt. Dieser obere Theil der Frucht erscheint nun vollständig platt und flügelartig, durch Auseinandertreten der betreffenden zwei Narbentheile bei einer Art (A. amorphoides) meist zweispitzig werdend (oder, wie man ihn dann wohl auch bezeichnet hat, „zweiflügelig"). In der unteren Hälfte hat seinerseits der reifende, sich verbreiternde Same die erwähnte Verflachung des fertilen Faches herbeigeführt und unter Auseinanderdrängen der schmalen Septa auch in die sterilen Nachbarfächer sich hineingedrängt, so dass er nahezu die Breite der ganzen, nunmehr 1-fächerigen und wie im oberen Theile platt gewordenen Frucht gewonnen hat. Er ist an Gestalt einem Reiskorn ähnlich und trägt an seiner Rückenseite zwei nach oben in spitzem Winkel sich vereinigende Furchen, die Abdrücke der Ränder des fertilen Fruchtblattes resp. der aus diesen mit gebildeten schmalen Septa, auf seiner Bauchfläche aber eine der Mittellinie folgende Längsfurche als Eindruck der nach dem Obigen nur an der Fruchtperipherie und ohne Scheidewandbildung unter einander vereinigten zwei Randtheile der sterilen 2 Fruchtblätter. Neben dieser Furche zeigt sich, bald mehr, bald weniger zur Seite geschoben, als erhabene Linie die Rhaphe. Der Embryo ist gerade, das Würzelchen nach unten gekehrt, von den Cotyledonen der eine der Bauchfläche, der andere der Rückenfläche des Samens anliegend. Das Sameneiweiss ist am deutlichsten in der Umgebung des Würzelchens entwickelt. Die abgefallenen Früchte öffnen sich schliesslich an ihrem unteren Ende längs der Seitenränder.

Nach dem Gesagten sind die Angaben in Benth. Hook. Gen. „capsula ... 2—3-locularis, loculis 1-spermis" zu corrigiren.

Schliesslich sei hier wieder, wie bei Akania, die Literatur der Gattung und der bisher bekannt gewordenen 3 Arten nebst Verzeichniss der betreffenden Materialien beigefügt.

Alvaradoa Liebm.:

Mimosearum? genus novum? Bentham Plant. Hartweg. (1839) p. 12; coll. n. 67; cfr. A. amorph.

Alvaradoa Liebmann, novor. plantar. Mexicanar. generum decas, in Videnskabelige Meddelelser for Aaret 1853 (1854) p. 100 n. 7 („Sapindaceae?").

— Bentham Plant. Hartweg. (1839—56), Emendand. p. 343 ad n. 12 („Genus nov. Picramniae affine").

— Benth. in Transact. Linn. Soc. XXII, 2 (1857) p. 127; cf. supra p. 139.

— Walpers Ann. bot. IV (1857) p. 382 („Sapindaceae?").

— Grisebach Flor. Brit. West Ind. Isl. (1859—64) p. 141 n. 15 („Rutaceae, Trib. III Simarubeae").

— Grisebach, Erläuterungen ausgew. Pfl. d. trop. America, in Abh. d. k. Gesellsch. d. W. zu Göttingen v. d. Jahre 1860, IX (1861) p. 41 („Simarubacea").

— Hooker et Bentham Gen. Plant. I, 1 (1862) p. 411 n. 67 („Sapindaceae, Trib. III Dodonaeae", c. obs.: „Genus ... Simarubaceis accedens").

— Pfeiffer Synonym. bot. (1870) p. 303 n. 10705 („Sapindaceae, Trib. II Dodonaeeae").

— Pfeiffer Nomencl. bot. I (1873) p. 126.

— Baillon Hist. d. Pl. V (1874) p. 411 n. „41?" („Sapindaceae, Trib. III Sapindeae", c. obs.: „Genus in Ord. anormale ...")

Picramnia? spec. Turczan.; cfr. A. amorph.

Alvarodoa (sphalmate) Müller in Walpers Ann. bot. IV (1857) p. 382. Cfr. Pfeiffer ll. cc.

Spec. 1: **A. amorphoides** Liebm.:

Mimosearum? genus novum? Benth. l. c.; coll. Hartweg n. 67.

Alvaradoa amorphoides Liebm. l. c. p. 101 n. 1; coll. Hartweg, Oersted, Liebm.

— — Walpers Ann. bot. IV (1857) p. 382 n. 1.

— — Griseb. Fl. Brit. W. Ind. Isl. (1859—64) p. 141 n. 31; coll. Swainson (Bahamas).

— — Griseb. Cat. Pl. Cub. (1866) p. 50 n. 27; coll. Wright n. 2189.

— — Walpers Ann. bot. VII (1869) p. 638 n. 2.

— — Griseb. Symbol. ad Flor. Argentin. (1879) p. 77; coll. Lorentz et Hieron. Cf. obs. 1.

— — Hemsley in Godm. et Salv. Biol. Centr.-Amer., Bot. I (1879—81) p. 215 n. 1; coll. Galeotti n. 7135, Liebm., Ghiesbreght n. 617, Oersted; Bahamas.

Alvaradoa amorphoides Watson in Proceed. Amer. Acad. XXI (1886) p. 423; coll. Ed. Palmer n. 186, 240, 243.

Alvaradoa mexicana („Liebm. mss.") Benth. in Pl. Hartweg. (1839—56), Emendand. p. 343, 344 (ad p. 12); coll. Hartweg n. 67, Galeotti n. 7135, Barclay, Oersted, inter plantas Pavonianas e Nov. Hisp., Hb. Hooker ex ins. Bahamens.

— — Walpers Ann. bot. VII (1869) p. 638 n. 3.

— — Hemsley l. c. p. 215 n. 2; coll. Hartweg n. 67, Oersted. Cf. obs. 2.

Picramnia? filipetala Turczan. in Bull. Mosc. XXXI, 2 (1858) p. 446; coll. Galeotti n. 7135.

Vulgo: Tamarincillo, teste Hahn in sched.

Spec. 2: **A. jamaicensis** Benth.:

Alvaradoa jamaicensis Bentham in Pl. Hartweg. (1839—56), Emendand. p. 344 (sine descript.); coll. Alexander, Purdie.

— — Grisebach Flor. Brit. W. Ind. Isl. (1859—64) p. 141 n. 30; coll. Alex., Purdie, March.

— — Walpers Ann. bot. VII (1869) p. 638 n. 1.

Spec. 3: **A. arborescens** Wright:

Alvaradoa arborescens Wright Pl. Cub. (1860—64) n. 2190, in sched.

— — Griseb. Cat. Pl. Cub. (1866) p. 50 n. 28; coll. Wright n. 2190.

NB. In Wright et Sauvalle Flora Cubana (1873) omnes ommissae.

Spec. 1: In Mexico et in America centrali, in insulis Bahamensibus et in Cuba, nec non in Republica Argentina: Haencke! (Mexico 1789—94; flor. ♂ et fruct.; Hb. Pragense); Née? (Mexico, Hb. Pavon teste Benth.); Hartweg n. 67! („Mexico, Zacatecas" Hb. Kew.; „prope Bolaños, Dep. Jalisco" Liebm. l. c.; flor. ♂); Galeotti n. 3365! („Ravins du Rio Grande de Guadalaxara, alt. 3000', m. Oct.—Dec. 1840, flor. rosei"; fruct. junior.; Hb. Paris); id. n. 7135! („Cordillera, Oaxaca, m. Nov. 1840; flor. ♂); Liebmann! („ad oram occid. Mexici prope S. Jago Estata, Dep. Oajaca, m. Nov." 1841—2; fl. ♀); Hahn! („Expositions humides et chaudes, Cutzaro — si recte lego — m. Febr.—Apr. 1866; grande arbre"; fruct.; Hb. Paris.); Ghiesbreght n. 617! (Mexico australis, Chiapas etc., 1864—70; flor.); Palmer n. 186, 240, 243 („Mexico, South-Western Chihuahua, Hacienda San Miguel, 1885" t. Watson l. c.); Barclay! (Amer. central., flor.); Oersted! (Nicaragua, prope Realejo ad oras maris pacifici, m. Dec. 1851, flor. ♂); Swainson!

(„Bahamas"; cf. Griseb. l. c.); Gov. Robinson n. 218! (Ins. Bahamenses, m. Nov. 1878, flor., leg. L. Brace); id. n. 297 (ibid. m. Dec. 1878, fruct. jun.); Eggers n. 4337! (Ins. Baham.: New Providence, m. Mart. 1888, fruct.); Wright n. 2189! (Cuba, 1860—64; flor. ♂ et fruct.); Lorentz et Hieronymus n. 1190! (Argentina, prov. Salta, in montibus flum. Rio del Tala nutrientibus, m. Dec. 1873, fruct.).

Spec. 2: In Jamaica: Purdie! (in prov. St. Ann, m. Dec. 1823, fruct.); R. C. Alexander! (1850, flor. et fruct.); March (t. Griseb. l. c.).

Spec. 3: In Cuba: Wright n. 2190! (Cuba orientalis in monte Toro, 1860—64, fruct.).

Zusatz 1. Bemerkenswerth ist das Vorkommen der sonst auf Mexico und dessen Nachbarschaft beschränkten Alvaradoa amorphoides in Argentinien. Es erinnert das an die auffallende Angabe von Montevideo als Standort der Wimmeria serrulata Radlk. (Dodonaea? serrulata DC., sieh diese Sitzungsber. 1878, p. 376 etc.), während die übrigen 5 Arten dieser Gattung alle in Mexico zu Hause sind.

Zusatz 2. Auffallend ist es, dass der von Bentham herrührende Name „Alvaradoa mexicana Liebm." von Hemsley a. a. O. neben Alvaradoa amorphoides Liebm. als Bezeichnung einer besonderen Art aufgefasst ist, da er bei Bentham offenbar nur durch irgend einen Verstoss statt des Namens A. amorph. Liebm. sich eingeschlichen hat, und da in der von Hemsley für „A. mex. Liebm." citirten Publication Liebmann's („Videnskab. Meddel. 1853, p. 100") nichts von diesem Namen zu finden ist.

Desshalb hat es auch keine Bedeutung, wenn Oersted als Sammler unter A. amorph. so gut wie unter „A. mexic." angeführt wird. Die erstere Anführung bezieht sich überdiess wahrscheinlich auf ein Exemplar von Liebmann im Hb. Kew, bei welchem die Bemerkung „Oersted 1860" wohl nur die Mittheilung durch Oersted bekunden soll.

Zusatz 3. Was die Unterschiede der 3 Arten betrifft, so sei unter Berücksichtigung der betreffenden Angaben von Grisebach in Flor. Brit. W. Ind. Isl. p. 141 und Cat. Pl. Cubens. p. 50 hervorgehoben, dass die Blättchen des überall unpaar gefiederten Blattes mit alternen, nach unten an Grösse abnehmenden Fiedern bei A. amorph. beiderseits in der Zahl von 10—26 auftreten und länglich, dünn und flach sind, bei den beiden anderen Arten aber mehr lederig und am Rande zurückgerollt, die von A. jamaicensis beiderseits in der Zahl von 15—20, von länglicher Gestalt,

die untersten verkürzt und fast kreisrund, die von A. arborescens beiderseits nur in der Zahl von 5—8, von breit elliptischer Gestalt, oben und unten verjüngt. Die der letztgenannten beiden Arten sind nur unterseits etwas papillös, die der A. amorph. auch auf der oberen Seite und desshalb auch hier glanzlos (matt). Die Früchte sind bei A. amorphoides und arborescens flach (2-schneidig), bei der ersteren länglich-lancettlich und gewöhnlich zweispitzig, wimperig behaart, bei der letzteren länglich und stumpf, kahl; bei A. jamaicensis dagegen 3-schneidig (oder, wenn man es so lieber nennen will, 3-flügelig), aus dem kreisrunden breit rhombisch und etwas spitz, kahl.

Die Bezeichnung der Blattstielchen von A. jamaicensis bei Grisebach als „subglobose" ist nur als eine etwas übertriebene Hervorhebung ihrer Kürze aufzufassen. —

Bezüglich der Gattungen Aitonia und Ptaeroxylon kann ich mich, da sie besser bekannt sind als Akania und Alvaradoa, etwas kürzer fassen.

Für Aitonia ist hervorzuheben, dass dieselbe im Einklange mit meiner schon erwähnten Anschauung schon früher den Meliaceen zugewiesen worden ist, und zwar von zahlreichen Autoren: von A. L. Jussieu, Ventenat, Desportes, St. Hilaire, Bosc, Link, Sprengel, A. Jussieu, Meisner, Endlicher, Reichenbach, Spach, Roemer und Lindley, worüber in Pfeiffer's Nomenclator und in der unten angeführten Literatur Näheres nachgesehen werden mag.

Ihre Zuweisung zu den Sapindaceen scheint nicht der Aufdeckung neuer verwandtschaftlicher Charaktere, sondern wie die Belassung von Alvaradoa, Akania und Ptaeroxylon bei dieser Familie dem Bestreben entsprungen zu sein, gewisse, den Sapindaceen nahe stehende Familien von mehr oder weniger anomalen Typen freizuhalten durch Einschiebung der letzteren in die ohnehin minder homogen erscheinende Familie der Sapindaceen.

Dabei scheint bezüglich Aitonia für diejenigen, welche auch den Meliantheen eine Stelle bei den Sapindaceen

einräumen zu müssen glaubten, eine gewisse äussere Aehnlichkeit der Frucht von Aitonia mit der von Melianthus mitbestimmend gewesen zu sein (wie das in Benth. Hook. Gen. in den Worten sich ausspricht: „Genus ... inter Sapindaceas abnorme, attamen manifeste Meliantho arcte affine") und eine Unterschätzung des den Sapindaceen fast ausnahmslos zukommenden extrastaminalen Discus, welcher Charakter natürlich wieder in den Augen derjenigen an Gewicht verlieren muss, welche auch die Acerineen mit wechselnder Stellung des Discus den Sapindaceen einverleibt wissen wollen. Dazu kommt das Uebersehen des Sameneiweisses, von dessen Anwesenheit sich auch Baillon noch nicht vollständig hat überzeugen können, so dass er der nur aus 1 Art bestehenden Gattung einen „embryo exalbuminosus vel parce albuminosus" zuschrieb, für dieselbe Pflanze also ein ungleiches Verhalten in dieser Hinsicht annahm.

Der eiweisshaltige Same, der, wie der intrastaminale Discus und der durch alle Blattkreise hindurch typisch 4-gliedrige Blüthenbau mit episepaler Stellung der Fruchtblätter, resp. Fruchtfächer, der Entfernung von Aitonia aus der Familie der Sapindaceen das Wort spricht, weist bei ihrer Zurückführung zu den Meliaceen die Gattung der Tribus der Melieen zu (sieh die Monographie von C. De Candolle, woselbst übrigens p. 420 unter A die Worte: „Semina exalbuminosa" in „Semina albuminosa" umzuwandeln sind), unter deren Gattungen auch die gleichfalls, wie Aitonia, durch die ganze Blüthe hindurch (wenigstens in mehreren ihrer Arten) 4-gliedrigen, gleichfalls, wie auch einige andere Gattungen der Meliaceen (sieh C. De Candolle's Monogr. p. 410 und Radlkofer über Cupania etc., Sitzungsber. d. k. bayer. Acad., 1879, p. 593), episepale Stellung der Fruchtfächer zeigenden, gleichfalls als meist nieder strauchartige Gewächse mit einfachen Blättern erscheinenden und gleichfalls (ganz oder theilweise) der africa-

nischen Flora angehörigen, also in Blüthenbau, Habitus und Vorkommen analogen Gattungen Quivisia und Turraea sich finden, neben welchen Aitonia ganz an ihrem Platze zu sein scheint.

Namentlich verräth Turraea durch „mehr oder minder gekrümmte" Samen (man sehe z. B. T. abyssinica Hochst.), wenn dieselben auch nicht gerade, wie bei Aitonia, nierenförmig sind, durch einen auch in seinem Wurzeltheile analog gekrümmten Embryo (— die Angabe „radicula recta" für Aitonia in Benth. Hook. Gen. und bei Baillon ist ungenau) und durch eine sehr ähnliche Gestaltung der Antheren verwandtschaftliche Züge, welche die Gattung Aitonia gleichsam als eine Turraea mit dünnerer Fruchtschale und nur unvollständiger Verbindung der Staubgefässe zu einem „Tubus staminalis" erscheinen lassen.

Dass diese Verbindung auch bei anderen Meliaceen eine unvollständige sein und bei manchen, wie den Cedreleen und gewissen Arten von Trichilia und Walsura ganz oder fast ganz unterbleiben kann, ohne dass dem, wie gerade in den letzteren beiden Fällen, auch nur der Werth eines Gattungsunterschiedes beizumessen wäre, ist dabei kaum noch besonders in Erinnerung zu bringen.

Von anatomischer Seite spricht gegen die Zugehörigkeit der Gattung Aitonia zu den Sapindaceen, wie bei Akania (sieh diese) das Fehlen eines continuirlichen, gemischten Sklerenchymringes in der Rinde der Zweige, und eben dieses Verhältniss ist andererseits, da den Meliaceen ein solcher Sklerenchymring durchgehends zu fehlen scheint, der Zuweisung von Aitonia zu den Meliaceen günstig, wie weiter auch das Vorkommen der den Meliaceen (wie übrigens auch vielen Sapindaceen) eigenen Secretzellen in Rinde und Blatt von Aitonia, und ausserdem hier in besonderer Grösse noch in der Samenschale. Das Letztere erscheint um desswillen besonders bemerkenswerth,

weil auch bei Turraea (abyssinica) in der gelblich gefärbten Umgebung des Nabels Secretzellen sich finden, welche mit Harzkörnen erfüllt sind, ähnlich wie ich das schon früher (s. über Cupania, Sitzungsberichte etc. 1879, p. 594) für Dysoxylum ptychocarpum m. und andere Meliaceen beschrieben habe, nur dass die Harzkörner von Turraea weder hohl noch doppeltbrechend sind und nach der Lösung in Alkohol eine mit Jod sich gelbfärbende, wahrscheinlich aus Plasmaresten bestehende Hülle zurücklassen.

Dass Aitonia mit Melianthus trotz der äusseren Aehnlichkeit der Frucht keine wirkliche Verwandtschaft besitzt, darüber ein Wort zu verlieren, scheint mir nach dem schon oben über die Melianthaceen Bemerkten nicht mehr am Platze.

Angefügt sei dem Gesagten behufs Verbesserung einiger noch nicht berührten ungenauen Angaben über Aitonia, dass die Frucht nicht eigentlich 4-flügelig ist, wie Baillon Hist. d. Pl. V, p. 427 im Widerspruche mit seiner die Sache richtig darstellenden Figur p. 372 angibt, sondern nur flügelartig erscheinende, zusammengedrückte Fächer besitzt; ferner, dass sie nicht als „capsula loculicida, valvis septiferis“ sich darstellt, wie in Benth. Hook. Gen. und bei Baillon zu lesen ist, sondern dass die aus der loculiciden Dehiscenz hervorgehenden 4 Klappen, wie wieder in der citirten Figur bei Baillon ganz richtig dargestellt ist, von den in der Axenlinie der Frucht vereint bleibenden dünnhäutigen und schmalen Scheidewänden sich ablösen, die Frucht somit als capsula loculicida, valvis a septis solutis oder kürzer als capsula loculicido-septifraga zu bezeichnen ist.

Die Samenknospen werden in Benth. Hook. Gen. als „ovula adscendentia, collateralia, rhaphe ventrali cum micropyle supera“ bezeichnet; von Baillon als „ovula collateraliter descendentia, incomplete anatropa, micropyle extror-

sum supera." Der wirkliche Sachverhalt, für welchen die Ausdrucksweise von Baillon sicherlich die richtigere ist, und aus welchem sich die nierenförmige Gestalt des Samens ergibt, ist der, dass die zu zweit in jedem Fache von der Fruchtaxe entspringenden epitropen Samenknospen etwas über ihrer Mitte befestiget, hemianatrop und in der die Naht aufnehmenden Vertikalebene gekrümmt sind, welche Krümmung später unter Bildung eines von dem Nabel aus nach innen sich entwickelnden, als Krümmungscentrum erscheinenden, hohlen Fortsatzes verstärkt wird. Die gleiche Ebene wird auch für den Embryo die Krümmungsebene und zugleich die mediane Durchschnittsebene der Cotyledonen. Das Micropyleende ist in Folge dieser Krümmung nach innen, d. h. gegen die Fruchtaxe gekehrt und dicht über der Anheftungsstelle gelegen, die Micropyle kann aber in umschreibender Hinweisung auf die Epitropie der Samenknospe immerhin als „Micropyle extrorsum supera" bezeichnet werden, in Beziehung nämlich auf die interne, oder wie man gewöhnlich sagt, ventrale Lage der Rhaphe (für welche Verhältnisse und Ausdrucksweise die bei Baillon Hist. d. Pl. IV, p. 427 abgebildete Gattung Suriana ein analoges Beispiel abgibt).

Ein Widerspruch scheint es mir endlich zu sein, wenn die Staubgefässe in Benth. Hook. Gen., was richtig ist, als „basi disci inserta" dabei aber zugleich als „centrica" bezeichnet werden, was nicht zutrifft. Ein ähnlicher Widerspruch findet sich bei der mit Aitonia in der Tribus der „Dodonaeae" (mit Unrecht) untergebrachten Gattung Alectryon in der Angabe „Stamina 5—8 centrica, sinubus profundis disci externe inserta, worauf ich im 3. Abschnitte zurückkommen werde.

Die Literatur und das Materialienverzeichniss von Aitonia (mit nur einer Art) lasse ich, wie bei den vorhergehenden Gattungen hier folgen.

Aitonia Thunb.

(non Aytonia Forst., 1776, quae Hepaticarum genus Plagiochasma Lehm. et L.).

Aitonia Thunberg in Act. Lundens. I (1776) p. 166 c. fig., ex ejusd. Nov. Gen. Pl. II p. 52, Reise II (Ed. germ. 1794) p. XVI, Murray Syst. Veg., Pfeiffer Nomencl. etc.

— („Aytonia", in emendandis vero „Aitonia") Linn. f. Suppl. (1781) p. 49 n. 1412 (Monadelph. Octandr.), p. 303 (species), p. 468 (emend.).

— Thunberg Dissert., Nova Gen. Pl. II (1782) p. 52; Dissert. ed. Persoon I (1799) p. 51, 52; c. cit. Thunb. Act. Lund. T. I, p. 166 c. fig.

— („Aytonia") Lamarck Encycl. I (1783) p. 75.

— Murray Syst. Veg. (Linn. S. V. Ed. XIV, 1784) p. 607 et 612, n. 1412.

— („Aytonia") Cavanilles Dissert. bot. V (1788) p. 269, 301, t. 159 f. 1 (Malvac.); reddita in Römer und Usteri, Magaz. f. d. Bot. XI (1790) p. 121, 134.

— Aiton Hort. Kewens. Ed. I, Vol. II (nec III uti Harv. et Sond. referunt, 1789) p. 431.

— („Aytonia") Jussieu Gen. Pl. (1789) p. 264 (Meliac.).

— („Aytonia") Necker Elem. bot. (1790) p. 437 n. 1267.

— Gmelin Syst. Nat. II (Linn. S. N. Ed. XIII, 1791) p. 1013 n. 1412.

— („Aytonia") Haenke Gen. Pl. II (1791) p. 602 n. 1309.

— Schreber Gen. Pl. II (1791) p. 455 n. 1113.

— Curtis Botan. Magaz. V (1796) t. 173.

— Persoon Syst. Veget. (Linn. S. V. Ed. XV, 1797) p. 645 et 650, n. 1412.

— („Aytonia") Raeuschel Nomencl. bot. Ed. III (1797) p. 192 n. 1332.

— Lamarck Illustr. Gen. t. 571 (ante 1799 ex l. seq.).

— Ventenat Tabl. III (1799) p. 161 (Meliac.) c. cit. „Lam. t. 571."

— Willden. Spec. Pl. III, 1 (1800) p. 690 n. 1266.

— Thunb. Prodr. Pl. cap. II (1800) p. 112 (nec etiam 192, uti Pfeiff. in Nomencl. refert).

— Batsch Tabula Affinit. (1802) p. 53 (Hesperideae).

— Martyn in Rees Cyclop. I (1802).

— („Aytonia") Desportes in Dict. Sc. nat. I (1804, reimpr. 1816) p. 410 (Meliac.).

— St. Hilaire Expos. Fam. II (1805) p. 42 (Meliac.), ex Pfeiff.

— Persoon Synops. II (1807) p. 234 n. 1603.

— Aiton Hort. Kewens. Ed. II, Vol. IV (1812) p. 183.

Aitonia Bosc in Nouv. Dict. d'Hist. nat. I (1816) p. 276 (Meliac.).
— Spreng. Anleit. z, Kenntn. d. Gew., Ed. II, Vol. II, 2 (1818) p. 685. (Meliac.).
— Mordant de Launay et Loiseleur Herbier général de l'amateur, IV (1820) t. 213 ex Pritz. Ic. Ind.
— Steudel Nomencl. Ed. I (1821) p. 24.
— Link Enum. II (1822) p. 196 (Meliac.).
— Jussieu A., in Dict. class. d'Hist. nat. I (1822) p. 189 (Meliac.).
— Thunb. Fl. cap. ed. Schult. (1823) p. 508 n. 328.
— Poiret in Lam. Ill. Gen., Tabl. méth. III (1823) p. 133 n. 1235, t. 571.
— Reichenb. Conspect. (1828) p. 127 n. 3328, b, ex Pfeiff.
— Bartling Ord. nat. (1830) p. 428 („genus incertae sedis").
— Jussieu A., Mem. Mus. d'Hist. nat. XIX (1830) p. 186 (Meliac.?).
— Spreng. Gen. Pl. II (1831) p. 540 n. 2648.
— Don, D., in Edinb. New Phil. Journ. XIII (1832) p. 242 (Rutac.).
— Don, D., in Edinb. New Phil. Journ. XIV (1833) p. 262.
— Reichenb. Fl. exot. IV (1835) p. 9 n. 229 c. tab.
— Meisner Gen. Pl. I, p. 50 (1837); II, Comment. p. 36 (Meliac.).
— Harvey Gen. South Afric. Pl. (1838) p. 47 (Zygophylleae, Trib. 2. Aitonieae).
— Endlicher Gen. Pl. p. 1052 (1840) n. 5548; Suppl. IV Pars 3 (1850) p. 75 (Meliaceis affine).
— Steudel Nomencl. bot. Ed. II, Vol. I (1840) p. 45 (Meliac.).
— Endlicher Enchirid. (1841) p. 551 n. 5548 (Meliaceis affine).
— Spach in Orbigny Dict. univers. d'Hist. nat. I (1841) p. 233.
— Reichenbach Nom. (1841) p. 212 n. 8084 (Trichilieis affine), ex Pfeiff.
— Walpers Repert. bot. I (1842) p. 436 (Meliaceis affin.).
— Römer Famil. nat. Synops. I (1846) p. 88 (Meliac.).
— Lindley Veg. Kingd. (1846) p. 464 (Meliac.?).
— Harvey & Sonder Flor. cap. I (1859—60) p. 243 (Aitonieae Harv.).
— Benth. et Hook. Gen. Pl. I, 1 (1862) p. 411 n. „68?" (Sapindac., Trib. Dodonaeae).
— Pfeiffer Synon. (1870) p. 299 n. 10578 (Meliac.).
— Pfeiffer Nomencl. bot. I (1873) p 91, 343.
— De Cand. Prodr. XVII (1873) p. 289 inter genera prius omissa c. obs.: Est Sapindacea trib. Dodonear., ex Benth. et Hook. f. Gen.
— Baillon Hist. d. Pl. V (1874) p. 426 n. 72 (Sapindac., Trib. Aitonieae).

Aitonia Radlkofer in Durand Ind. (1888) p. 82 (e Sapindac. exclud., ad Meliac. revocand.).

Spec. 1: **Aitonia capensis** Thunb.

Cotyledon foliis linearibus, flore quadrifido; fructu subrotundo, quinqueangulari Burmann, Jo., Rar. Afr. Pl. Decas III (1738) p. 53, tab. 21, f. 2.

Aitonia capensis Thunb. Act. Lundens. I (1776) p. 166 c. fig. ex ejusd. Nov. Gen. Pl. II, 52 etc. ut supra.

— — Linn. f. Suppl. (1781) p. 303.

— — Thunb. Dissert., Nov. Gen. Pl. II (1782) p. 52; Dissert. ed. Persoon I (1799) p. 52, c. cit. „Thunb. Act. Lund. T. I, p. 166 c. figura."

— — Lamarck Encycl. I (1783) p. 75.

— — Murray Syst. Veg. (Linn. S. V. XIV, 1784) p. 612 n. 1.

— — Cavanilles Dissert. bot. V (1788) p. 301 n. 436, t. 159, f. 1, reddita in Röm. u. Usteri Magaz. f. d. Bot. XI (1790) p. 134 n. 436.

— — Aiton Hort. Kewens. Ed. I, Vol. II (1789) p. 431. Culta in Horto, introducta ao. 1774 a Masson.

— — Gmelin Syst. Nat. II (Linn. S. N. Ed. XIII, 1791) p. 1013 n. 1.

— — Curtis Bot. Magaz. V (1796) p. 173, t. 173.

— — Persoon Syst. Veg. (Linn. S. V. Ed. XV, 1797) p. 650 n. 1.

— — Raeuschel Nomencl. bot. Ed. III (1797) p. 192.

— — Lamarck Illustr. Gen. (ca. 1798) tab. 571; cf. supra.

— — Ventenat Tabl. III (1799) p. 161. Culta in Hort. Cels.

— — Willden. Spec. Pl. III, 1 (1800) p. 690 n. 1.

— — Thunb. Prodr. Pl. cap. II (1800) p. 112.

— — Martyn in Rees Cyclop. I (1802).

— — Desportes in Dict. Sc. nat. I (1804, reimpr. 1816) p. 410.

— — Persoon Synops. II (1807) p. 234 n. 1.

— — Poiret in Lam. Encycl. Suppl. I (1810) p. 280.

— — Aiton Hort. Kew. Ed. II, Vol. IV (1812) p. 183.

— — Fischer Catal. d. jard. de Al. Razoumoffsky à Gorenki (1812) p. 53.

— — Breiter Hort. Breiteranus (Lips. 1817) p. 11 n. 204.

— — Steudel Nomencl. Ed. I (1821) p. 24.

— — Link Enum. II (1822) p. 196 n. 2234.

— — Jussieu A. in Dict. class. d'Hist. nat. I (1822) p. 189.

— — Loddigges Cab. VII (1822) tab. 682.

— — Thunb. Fl. cap. ed. Schult. (1823) p. 508 n. 1.

Aitonia capensis Poiret in Lam. Ill. Gen., Tabl. méth. III (1823) p. 133 n. 1.
— — Thunb. Plant. cap. spec. nov. (Dissert., Upsaliae 19. Maj. 1824) p. 19.
— — Sprengel in Flora s. Regensb. bot. Zeit. XII, 1 (1829) Beilage p. 2; coll. Zeyher n. 297 (a Spreng. determ.).
— — Don D. in Edinb. New Phil. Journ. XIII (1832) p. 242 n. 1.
— — Reichenb. Fl. exot. IV (1835) p. 9 n. 229 c. tab.
— — Ecklon et Zeyher Enum. Pl. Afr. austr. I (1834) p. 55, coll. n. 426.
— — Loddigges Catal. Pl. etc. Ed. XVI (1836) p. 21.
— — Steudel Nomencl. bot. Ed. II, Vol. I (1840) p. 45.
— — Spach in Orbigny Dict. univ. d'Hist. nat. I (1841) p. 234.
— — Walpers Repert. bot. I (1842) p. 436 n. 1.
— — Endlicher Catal. Hort. acad. Vindob. II (1843) p. 371 n. 6612.
— — Drège zwei pflanzengeogr. Docum. in Flora s. Regensb. bot. Zeit. XXVI, 2 (1843) Beigabe p. 64, 92, 138, 162.
— — Römer Famil. nat. Synops. I (1846) p. 125.
— — Harvey et Sondor Flora cap. I (1859—60) p. 243 n. 1.
— — Szyszylowicz Polypetalae disciflorae Rehmannianae (1888) p. 48.
— — Schinz Beitr. z. Flor. v. Deutsch-Südwest.-Afr., in Abh. bot. Ver. f. Brandenb. XXX (1888) p. 156: var. microphylla Schinz.

In Africa australi extratropica: van der Stell (ex Burm. l. c.); Thunberg (ao. 1772—75; Karroo, prope Goudsrivier et Slangrivier — Goudo-Rivier legitur apud Cavann. et L. f. ll. cc. —; cf. Römer et Harv. & Sond. ll. cc.); Niven (ao. 1798—1803; ad Promontorium b. sp. in Karro deserto inter ripas fluminis Gand — potius Goud? — et Lang-Kloof, ex D. Don l. c.); Burchell n. 1653! (ao. 1810—12); Maire et Mundt n. 29! Zeyher n. 297 (ao. 1829 ex Spreng. l. c.); Ecklon et Zeyher n. 426! (in deserto „Karro" ad fluvium Gauritzrivier — Georg —; tum inter Uitenhage et Graafreynet m. Nov., Dec., 1833?; fruct.); Drège! (ao. 1826—34; „Zwartebergen bei Klaarstroom auf steinigen Hügeln und an felsigen Oertern, 2000—3000', Juli", flor.; Klein-Namaqualand, 90° südl. Breite, zwischen Kaus, Natvoet und Dornport, 1000—2000', Sept, Oct.", fruct.; bei Klein- und Groot-Vischrivier, 2000—3000', Oct.", fruct.; cf. Flora 1843, II, Beigabe p. 64, 92, 138); Hügel! (ao. 1836; Hb. Vindob.); Krauss! (in Karroo, distr. Uitenhage, m. Jul. 1838; flor. et fruct. immat.); Dr. Pappe (Winterhoek, ex Harv. & Sond. l. c.);

Dr. Alexander Prior („Woods near Uitenhage", ex Harv. & S. l. c.); Mac Owan n. 1412! (in clivis lapidosis prope Bruintjeshoogte in ditione Somerset, alt. 3000', m. Febr. 1873 flor., m. Dec. flor. et fruct.; Pl. Rehmann., Hb. Schinz); Schinz! (var. microphylla; Karakoes in Gross-Namaland, ao. 1884—5; cf. l. c.).

Culta in Horto Kewensi! (introd. ao. 1774 a Masson, ex Aiton l. c.; Hb. Jacq. f., nunc. Vindob.); in H. Celseano (ex Ventenat l. c.), H. Razoumoffskyano (ao. 1812, ex Fischer l. c.), H. Malmaison! (m. Oct. 1813. flor.; Hb. DC.), H. Breiteriano (ex Breiter l. c.), H. Berolin.! (cf. Link l. c.), H. Vindob. (ex Endl. l. c.) etc.

Zusatz. Als Autor der Gattung Aitonia wird nicht selten — und so auch in Bentham et Hooker Genera — Linné fil. genannt.

Dass dies unrichtig, und dass Thunberg der Schöpfer der Gattung sei, dafür gibt der letztere selbst in der Vorrede zum 2. Theile seiner Reise (s. ob.) Zeugniss, indem er bei Aufführung der Abhandlungen, welche er an wissenschaftliche Gesellschaften eingesendet hat, hervorhebt: „An die physiographische Gesellschaft zu Lund: 1. Retzia capensis, 1776, c. fig.; 2. Montinia et Papiria; 3. Zubereitung des Aloëgummi in Africa; 4. Aitonia capensis; 5. Falkia repens".

Für die genannten Gattungen citirt Thunberg weiter da, wo er sie nach dem bezeichneten Jahre 1776 zunächst wieder nennt, in der ersten seiner Dissertationen über neue Pflanzengattungen nämlich (1781) und für Aitonia in der zweiten derselben (1782), den ersten Band der Acta Lundens. unter Angabe der Seitenzahl, nur bei Falkia fehlt die Bezeichnung des Bandes und der Seite — und diese Gattung ist auch in der That durch die genannte Gesellschaft, deren Publicationen nach Herausgabe des ersten Bandes ihrer Acta auf lange Zeit unterbrochen wurden, nicht zur Veröffentlichung gelangt. So berichtet mir Herr Professor Fries in Upsala, der meiner Bitte gemäss, da mir die Acta Lundens. hier nicht zu Gebote stehen, mit dankenswerthestem Entgegenkommen auch darüber sich vergewissert hat, dass die übrigen Gattungen und Arten an den von Thunberg selbst bezeichneten Stellen dieser Acta vollgiltig publicirt worden sind, so dass, da für den ersten, aus 3 Heften bestehenden Band der Acta Lundens. — oder wie sie eigentlich heissen „Physiographiska Sällskapets Handlingar" — auf dem gemeinsamen Titelblatte 1776 als Druckjahr angegeben ist, auch bei blosser Rücksichtnahme auf das Datum der Veröffentlichung Thunberg und nicht Linné fil. als der Autor der betreffenden Gattungen und Arten erscheint.

Darnach ist das ungleiche Verfahren in Bentham et Hooker Genera zu berichtigen, woselbst wohl für Retzia und Papiria Thunberg als Autor genannt ist, unter Berufung auf die von diesem selbst den Dissertationen eingefügten Citate seiner Mittheilungen in den Acta Lundens., nicht aber auch für Montinia und Aitonia, deren Autorschaft Linné fil. zugeschrieben wird, ebenso wie die von Falkia, für welche durch das Vorausgehende, obwohl sie eben so von Linné fil. wie von Thunberg im Jahre 1781 veröffentlicht erscheint, doch die Autorschaft Thunberg's ebenfalls ausser Zweifel gesetzt sein dürfte.

Linné fil. erwähnt für eben diese Pflanze (Falkia), wie für Aitonia, Thunberg nur bei der Standortsangabe, für Montinia (deren Species-Epitheton in dessen Suppl., wie auch das von Retzia, geändert ist) auch nicht einmal bei dieser; nur für Retzia und Papiria werden von ihm die Acta Lundens. erwähnt, aber ohne Angabe der Seitenzahl, und für Papiria (p. 198) unter Hinweisung auf Figuren, welche, wie Fries mir mittheilt, nicht existiren, d. h. wenigstens nicht publicirt worden sind, wenn sie auch, wie Linné fil. bekannt gewesen sein mag, von Thunberg vorbereitet waren.

Das Verfahren von Linné fil. bei Montinia ist um so auffallender, als derselbe nach seinen eigenen, im Suppl. p. 47 der Gattung Thunbergia angefügten Worten, nur als der Herausgeber der Diagnosen von Thunberg und nicht als der Autor der von Thunberg ihm mitgetheilten neuen Pflanzen erscheinen will („Sed ne quid detraherem Inventori huic — Thunberg scil. —, illas quas benevole communicavit plantas inserui solis illius differentiis specificis, saepe vix mutatis, cum descriptionem historiamque reliquam Inventori reliquendas esse putavi"). Thunberg seinerseits spricht weiter ebenfalls unzweideutig sich darüber aus, dass er der Autor der in Linne fil. Supplement von ihm zur Publication gebrachten Pflanzen sei, indem er in der Vorrede zu einer die Aufzählung seiner neuen Pflanzen vom Cap beginnenden Dissertation aus dem Jahre 1824 (s. oben) den unter seinem Präsidium zu Promovirenden sagen lässt: „Post reditum in Patriam dilectam Celebr. Praeses sua cum Orbe erudito communicavit inventa, in variis Actis Eruditorum, Dissertationibus Academicis, et imprimis in Linnaei supplemento plantarum, donec manuscriptum Florae Capensis, ante finem saeculi praeterlapsi absolutum fuerit et completum, licet turbulenta tempora impressionem, ultra triginta annos, impediverint, unico excepto Volumine, propriis sumtibus impresso." In dieser Aufzählung hat sich weiter Thunberg nur theilweise an die Aenderungen in Linné

fil. Suppl. gekehrt, für Montinia nämlich (p. 8), nicht aber für Retzia capensis (p. 9). —

Ptaeroxylon endlich verräth durch seinen Habitus schon seine Verwandtschaft mit der Cedreleen-Gattung Cloroxylon, abgesehen von des ersteren gegenständigen oder nahezu gegenständigen Blättern, welche übrigens Arten einer anderen Cedreleen-Gattung, der Gattung Flindersia, mit ihm theilen, während weiter der geflügelte Same durch seinen ganzen Bau, sein spärliches Eiweiss und namentlich durch das Auftreten eigenthümlicher Secretzellen ganz dem von Cedrela Toona gleicht, nur dass bei letzterem ausser dem Flügel nach oben auch ein solcher nach unten entwickelt ist. Auch in Blatt und Rinde finden sich, wie bei den Cedreleen überhaupt[1]), die den Melia-

1) Die entgegenstehende Angabe von Blenk (Flora 1884, p. 341, Sep.-Abdr. p. 60) hat sich bei erneuter, von meinem gegenwärtigen Assistenten, Herrn Dr. Solereder, mit Sorgfalt ausgeführter Untersuchung als unrichtig erwiesen. Bei allen im hiesigen Herbarium vorhandenen Arten von Cedrela waren Secretzellen, aber allerdings von geringer Grösse, im Blatte und in der Rinde, zum Theile auch im Marke nachweisbar. Ebenso in der secundären Rinde bei Flindersia und Chloroxylon, bei welchen ausserdem Secretlücken im Blatte und in der primären Rinde und bei letzterer Gattung auch im Blumenblatte und in der Fruchtschale sich finden, während im geflügelten Samen bei ihr sowohl die Secretlücken als die Secretzellen fehlen.

Bei dieser Gelegenheit mag auch noch eine andere irrige Angabe von Blenk (a. a. O. p. 278, Sep.-Abdr. p. 45) berichtiget sein, nämlich die, dass bei den Rutaceen-Gattungen Phellodendron (Trib. Toddalieae), wie auch in Benth Hook. Gen. I, p. 303 angeführt ist, und Erythrochiton (Trib. Cusparieae) Secretlücken und davon herrührende durchsichtige Punkte fehlen. Solche finden sich vielmehr bei Phellodendron sehr deutlich in den Buchten zwischen den Sägezähnen der Blättchen, in der Rinde aber nicht, wie die nähere Untersuchung von P. amurense Rupr. (aus dem Amurgebiete von Maximowicz) gezeigt hat. Auch Asa Gray (Contribut. etc., in Proceed. Am. Acad. XXIII, 1888, p. 223)

ceen durchwegs (den Sapindaceen nur theilweise) eigenen Secretzellen. Das junge Blatt besitzt zugleich denen von Cedrela, oder noch mehr denen von Flindersia ähnliche

---

gibt „spärliche Punkte" für Phellodendron an und betrachtet darnach die Gattung als zu den Rutaceen gehörig, gleichwie eben darnach auch die in Benth. Hook. Gen. zu den Simarubaceen gestellte Gattung Cneoridium, bei welcher Solereder auch Secretzellen in der primären und secundären Rinde nachweisen konnte. Bei Erythrochiton weiter finden sich die Punkte am deutlichsten in den Blumen- und Kelchblättern, ausserdem aber auch (neben den hier, wie bei Galipea, vorkommenden Rhaphidenzellen) im Blatte, beiderseits der Blattoberfläche genähert, und überall zeigt sich über ihnen eine der Oberfläche des betreffenden Organes aufsitzende Aussendrüse.

Uebrigens ist trotz der Beseitigung dieser bisher als Abweichungen von der Regel betrachteten Fälle das Vorkommen von Secretlücken im Blatte und in der primären Rinde der Rutaceen doch wohl kein ausnahmsloses. Diese Organe scheinen vielmehr gelegentlich durch Secretzellen ersetzt werden zu können. So sind bei Esenbeckia laevicarpa Engl. schlechterdings nur Secretzellen zu finden, im Blatte, wie in der primären Rinde. In der Rinde (bald der primären, bald der secundären, bald in beiden Theilen) und gelegentlich auch im Marke sind bei zahlreichen Rutaceen nach noch unveröffentlichten Beobachtungen Solereder's Secretzellen vorhanden.

Dem gegenüber darf es auch nicht Wunder nehmen, wenn bei den mit den Rutaceen so nahe verwandten Meliaceen, resp. Cedreleen, da und dort, statt der ihnen allgemein zukommenden Secretzellen, Secretlücken auftreten, wie bei Flindersia und Chloroxylon. Ein sporadisches Auftreten von Secretlücken und Secretzellen ist wohl auch für die ja ebenfalls mit den Rutaceen ausserordentlich nahe verwandten und in vielen ihrer Glieder mit einer anderen Form von Secretorganen, mit Secretgängen nämlich (im Marke oder bei Köberlinia nach neueren Beobachtungen Solereder's im Baste), versehenen Simarubaceen nicht als etwas mit ihren sonstigen Charakteren Unvereinbares anzusehen: so die Secretlücken am Rande der Blätter von Dictyoloma und Spathelia (bei ersterer nach Blenk a. a. O. p. 292, resp. 51, entgegen den Angaben von Engler, auch im jungen Zweige vorkommend, bei

kleine Aussendrüsen mit kurzem Stiele und verhältnissmässig grossem, mehrzelligem Köpfchen. Die Rinde ist bitter, wie bei den Cedreleen. Als eigenthümlich erscheint auf den

---

letzterer, s. ebenda p. 294, resp. 53, begleitet von Secretzellen in Blatt, Rinde und Mark), für welche Gattungen die Staubgefässe mit den für viele Simarubaceen charakteristischen Schuppen an ihrer Basis der Einreihung bei den Simarubaceen, nicht bei den Rutaceen, deutlich das Wort reden, obwohl auch bei der Rutaceen-Gattung Nematolepis Turcz. Aehnliches auftritt; so ferner die Secretzellen bei Cneorum (s. Blenk a. a. O. p. 293, Sep.-Abdr. p. 52) und Picrella (im Blattparenchyme, in Rinde und Mark, s. van Tieghem in Bull. Soc. bot. ser. 2, VI, 1884, p. 255, welcher noch weiter besondere Schleimzellen in der Rinde von Picrodendron erwähnt, d. h., wie die Nachuntersuchung zeigte, Zellen mit verschleimter Membran, wie sie nach meinen und meiner Schüler Beobachtungen auch einzelnen Zanthoxylon-, Boymia- und Phellodendron-Arten, öfters sammt verschleimten Zellgruppen im Holze, zukommen — s. Z. Budrunga Wall., Z. obscurum Engl., Z.? sp. Balansa Pl. Parag. n. 3255, B. rutaecarpa Juss., P. amurense Rupr.); den genannten Gattungen sind nach neueren Untersuchungen Solereder's auch noch andere Simarubaceen beizugesellen (Harrisonia Bennetii und Simaruba versicolor), während sich dem gegenüber für Suriana durch die Untersuchung von Blenk bekanntlich herausgestellt hat, dass Baillon's Angabe durchsichtiger Punkte für sie nicht genügend fundirt sei und nicht auf einem regelmässigen Organisationsverhältnisse beruhe, sowie dass ihr weder Secretlücken noch Secretzellen zukommen.

Solche als Zwischenstufen und Uebergangsverhältnisse anzusehende Vorkommnisse sind für anatomische Charaktere bei einander nahe stehenden Familien ebenso gut von vorn herein zu erwarten als für morphologische Merkmale, und es wäre ein Fehler, wenn man ihnen ein höheres Gewicht beimessen wollte, als ihnen ihrer ganzen Natur nach beigemessen werden darf.

Was die übrigen für die Rutaceen als Ausnahmen in dem Vorkommen durchsichtiger Punkte angesehenen und von Blenk in dieser Hinsicht (a. a. O. p. 277, Sep.-Abdr. p. 44 etc.) aufgeführten Gattungen betrifft, so erinnere ich daran, dass für Leptothyrsa, wie im Vorausgehenden für Phellodendron und Erythrochiton, Secretlücken nachgewiesen sind, was Blenk selbst schon hervorge-

ersten Blick an dem mit seinem Hauptheile hängenden Samen von Ptaeroxylon die dorsale Rhaphe, von der aus sich der Samenflügel erhebt. Aber eine dorsale Rhaphe bei hängender anatroper (oder, wie die Sache für Ptaeroxylon sich darstellt, einen Uebergang dieser zur campylotropen zeigender) Samenknospe findet sich unter den Meliaceen bei Synoum, was in den bisherigen Beschreibungen allerdings nicht hervorgehoben ist, und eine, im rechten Lichte betrachtet, ebenfalls eigentlich dorsale, d. h. von dem Winkel, in welchem die anatrope Samenknospe hängend befestigt ist, abgekehrte Rhaphe ist auch die von Cedrela, nur ist der betreffende Winkel hier nicht der centrale, sondern der zwischen der Scheidewand und der peripherischen Fruchtwand gelegene. Im Sinne von Agardh sind diese Samenknospen als apotrope zu bezeichnen. apotrope Samenknospen den Meliaceen also nicht fremd. Uebergänge von anatropen zu gekrümmten Samenknospen finden sich ebenfalls bei verschiedenen Meliaceen, wie z. B. bei der erst vorhin um desswillen mit Aitonia in Vergleich gezogenen Gattung Turraea, und aus dieser Beschaffenheit der Samenknospe ergibt sich von selbst auch eine mehr oder minder ausge-

hoben hat; ferner dass Peganum nach Engler, Baillon und Eichler (s. dessen Blüthendiagramme, II, 1878, p. 310) den Zygophylleen beizuzählen ist, und Melanococca als eine Art von Rhus sich herausgestellt hat (s. Engler Monogr. Anacard. p. 450: Rhus retusa Zolling., woselbst in der Synonymie, statt Melanochyla Bl., Melanococca zu lesen ist). So bleibt nur mehr Phelline und Hyptiandra für weitere klärende Untersuchung übrig. Was die in neuerer Zeit von A. Gray (Contribut., April 1888, p. 223) wegen naher Beziehung zu Cneoridium hervorgehobene australische Gattung Cadellia F. Müll. betrifft, so besitzt C. pentastylis F. Müll. weder Secretzellen noch Secretlücken; die andere Art, C. monostylis Benth., welche Ferd. v. Müller in den Fragm. Phytogr. Austr. VIII, Fasc. LX (Apr. 1873) p. 33, 34 unter dem Namen Guilfoylia monostylis als eine besondere Gattung der Simarubaceen bezeichnet hat, stand nicht zu meiner Verfügung.

prägte Krümmung des Keimlings — wie bei Turraea und Aitonia, so bei Ptaeroxylon, nur dass hier das Würzelchen gegen die Ränder, nicht gegen die Flächen der Cotyledonen gekrümmt ist. Alle diese Verhältnisse widersprechen nicht der Zuweisung von Ptaeroxylon zu den Cedreleen, welchen, wie schon erwähnt, auch Arten mit gegenständigen Blättern (in der Gattung Flindersia), wie den Meliaceen noch weiter (in den Gattungen Quivisia und Dysoxylum) nicht fremd sind, — und viele derselben sprechen deutlich dafür; für die Zuweisung zu den Sapindaceen dagegen eigentlich gar nichts, wenn nicht die Verlegenheit der Autoren, die Gattung anderwärts unterzubringen, welche Verlegenheit den mit grosser Zurückhaltung gemachten Vorschlag von Ecklon und Zeyher, den Autoren der Gattung, bis auf den heutigen Tag als annehmbar erscheinen liess. Der intrastaminale Discus wurde dabei gerne ausser Acht gelassen und das spärliche Sameneiweiss war leicht übersehen. Ein besseres Urtheil findet sich in der populären Bezeichnung der Pflanze, resp. ihres Holzes, als capensisches Mahagoniholz (s. Wiesner, Rohstoffe des Pflanzenreiches, 1873, p. 541) ausgesprochen.

Auch hier spricht endlich wieder, was die anatomischen Verhältnisse betrifft, wie bei Akania und Aitonia der Mangel eines continuirlichen gemischten Sklerenchymringes in der Rinde der Zweige deutlich gegen die Zugehörigkeit von Ptaeroxylon zu den Sapindaceen, welchen nach dem schon bei den eben genannten Gattungen Bemerkten ein solcher Sklerenchymring fast ausnahmslos zukommt. Bei den Cedreleen dagegen fehlt derselbe, so gut, wie bei den Meliaceen überhaupt.

Die Literatur und das Materialienverzeichniss der Gattung und Art sei, wie bei den vorausgehend betrachteten Gattungen, anhangsweise hier beigefügt.

Ptaeroxylon Eckl. et Zeyh.

Rhus spec. Thunberg (1818); cf. infra.
— — E. Meyer in Hb. Drège (ca. 1835); cf. infra.
Ptaeroxylon Ecklon et Zeyher Enum. Pl. Afr. austr. I (1834) p. 54; coll. n. 418; (inter Sapindaceas, c. obs. „Ad Rutaceas forsan magis accedens").
— Meisner Gen. Pl. I, p. 52 (1837) „Sapindacea?"; II, Comment. p. 38 „Genus forsan potius Rutaceum?"; ibid. I, p. 64 „Zanthoxylacea?", II, Comment. p. 46.
— Harvey Gen. South Afric. Pl. (1838) p. 37 („Sapindac., Trib. I, Sapindeae").
— Endlicher Gen. Pl. p. 1074 (1840) n. 5636; Suppl. IV Pars 3 (1850) p. 79 („Sapind. gen. dub.").
— Endlicher Enchirid. (1841) p. 562.
— Reichenb. Nom. (1841) p. 199 n. 7608 (dubium), ex Pfeiff.
— Steudel Nomencl. bot. Ed. II, Vol. II (1841) p. 411.
— Walpers Repert. bot. I (1842) p. 422 (Sapind. gen. dub.).
— Lindley Veg. Kingd. (1846) p. 385 (Sapind. gen. dub.).
— Harvey & Sonder Flor. cap. I (1859—60) p. 242 (Ptaeroxyleae Sond.).
— Benth. et Hook. Gen. Pl. I, 1 (1862) p. 411 n. 66 (Sapindac., Trib. Dodonaeae).
— Pfeiffer Synon. (1870) p. 303 n. 10710 (Sapindac. dub.).
— Pfeiffer Nomencl. II (1874) p. 865.
— Baillon Hist. d. Pl. V (1874) p. 406 n. „30?" (Sapindac., Trib. III, Sapindeae).
— Radlkofer in Durand Ind. (1888) p. 82 (e Sapindac. exclud., Cedrelear. genus habend.).
Weinmannia spec. Spreng. in coll. Zeyher. et ex Drège (1843), cf. infra.

Spec. 1: **Ptaeroxylon obliquum** Radlk.

Rhus obliquum Thunberg Flor. capens. II (1818) p. 224; Ed. II (cur. Schult., 1823) p. 268! (Vidi fragmentum speciminis originarii in Hb. Upsaliensi servati.)
— — Thunberg Plant. cap. spec. novae (Dissert., Upsaliae 12. Maj. 1824) p. 13.!
— — De Cand. Prodr. II (1825) p. 68 n. 16.
— — Sprengel Syst. Veg. I (1825) p. 936 n. 8.
— — Don General Syst. II (1832) p. 72 n. 28.

Rhus obliquum E. Meyer in Herb. Drège (ca. 1835) litt. d, ex Engler Monogr. Anacard. (1883) p. 452, quae litt. = Myaris inaequalis Presl (Amyris i. Spreng.) ex Harv. & Sond. Fl. cap. I (1859—60) p. 444; cf. Drège, zwei pflanzengeogr. Docum., in Flora s. Regensb. bot. Zeit. XXVI, 2 (1843) Beigabe p. 137 („Rhus n. 6794"), p. 216 et Vergleichungen etc. in Linnaea XIX (1847) p. 630.

— — Steudel Nomencl. bot. Ed. II, Vol. II (1841) p. 452.

Ptaeroxylon utile Ecklon et Zeyher Enum. Pl. Afr. austr. I (1834) p. 54, coll. n. 418! Cf. nom. vulg.

— — Meisner Gen. Pl. (1837) II, Comment. p. 38.

— — Harvey Gen. South. Afric. Pl. (1838) p. 37.

— — Zeyher in Hook. Journ. Bot. II (1840) p. 127, coll. n. 160! (vidi in Hb. Webb, praemisso in eadem scheda nomine typis exscripto: „Weinmannia pinnata Spreng.").

— — Steudel Nomencl. bot. Ed. II, Vol. II (1841) p. 411.

— — Walpers Repert. bot. I (1842) p. 422 n. 1.

— — Drège, zwei pflanzengeogr. Docum., in Flora s. Regensb. bot. Zeit. XXVI, 2 (1843), Beigabe p. 134, 137, 214.

— — Drège, Vergleichungen etc., in Linnaea XIX (1847) p. 614, coll. n. 6814; coll. Zeyher III n. 2025!; c. syn. Weinmannia pinnata, non L., Spreng. (cf. supra sub Zeyher).

— — Pappe Sylva capensis (1854) p. 5 n. 7.

— — Harvey Thesaur. capens. I (1859) p. 11, tab. 17.

— — Harvey et Sond. Flora cap. I (1859—60) p. 243 n. 1: p. 523 (syn.: „Rhus obliquum Thunb. Herb.").

— — Walpers Ann. bot. VII (1869) p. 637 n. 1.

— — Ficalho Plantas uteis da Africa Portugueza (Lisboa 1884) p. 128.

— — Szyszylowicz Polypetalae disciflorae Rehmannianae (1888) p. 48 c. forma robusta.

Weinmannia pinnata, non L., Spreng.; v. supra sub Zeyher et Drège.

Nom. vulg.: Nieshout t. Eckl. & Z. l. c., c. obs.: Lignum ... adaequans illud Swieteniae Mahagoni pulchritudine.

Sneezwood t. Pappe l. c. p. 6, Harv. & Sond. l. c. p. 243.

Capensisches Mahagoniholz t. Wiesner in Rohstoffe d. Pflanzenr. (1873) p. 541; cf. supra sub nom. vulg. Nieshout.

In Africa australi extratropica: Thunberg! (ao. 1772—75; Rhus obliquum Thb., Hb. Upsaliens.; cf. supra); Burchell n. 3451! (ao. 1810—12; fruct., Hb. DC.), n. 4801! (steril.; Hb. Berol.); Jules Verreaux! (Cap. b. sp., ao. 1831); Ecklon et Zeyher n. 418! (Saltibus ad flumen „Boschmansrivier" terrarumque „Adow et Coega", Uitenhage, m. Oct. 1833?, flor. et fruct.); Drège n. 6794? (Rhus obliqua E. Mey. litt. d, cf. supra), n. 6814 (cf. supra; ao. 1826—34: „Enon auf steiniger Höhe unter 1000', Oct., Nov.; Enon in Olyfhoutkloof und Olifantkloof, zwischen Gebüsch unter 1000', Oct., Nov.; zwischen Zuurebergen und Klein-Bruintjeshoogte, 2000—2500', Oct."); Zeyher n. 160! („in the woods by the Zwartkop River and in the forests of Adow, district of Uitenhage", m. Sept., 1839?, fruct.; Hb. Webb c. syn. „Weinmannia pinnata Spreng.", cf. supra); Zeyher coll. III (1846) n. 2025! („Umgegend von Zwartkopsrivier, Vorberge der Winterhoecksberge, 1500—3000', Sept." ex Drège in Linnaea l. c.; fruct.; foliola majora, 4 cm longa, 1,5 cm lata); Boivin! (ao. 1846—52, Cap. b. sp.); Welwitsch iter Angolense n. 1693!, 1694! (m. Apr. 1860, fruct.); Mac Owan! (in dumetis olivarum montis Bothasberg, m. Oct., 1873?, flor.; pl. Rehm., Hb. Schinz); Rehmann n. 6502! (Transvaal, Houtbosh; forma robusta Szysz., cf. supra; folia sola, anne arboris laesae indeque aucta?).

Zusatz. Ueber Rhus obliquum Thunb. findet sich meines Wissens kein unbedingt verlässiger Aufschluss in der bisherigen botanischen Literatur.

Von Harvey und Sonder, welche in der Vorrede zur Flora capensis, p. 12, hervorheben, dass ihnen das Herbarium Thunberg zugänglich gemacht war, wird zwar, während die Pflanze im Register übergangen ist, am Schlusse der Gattung Rhus, p. 523, angeführt: „Rhus obliquum Thunb. Herb. = Ptaeroxylon utile E. & Z.!" Da aber bei anderen, an der gleichen Stelle interpretirten Arten des Herb. Thunb. das auf die Autopsie hinweisende Rufzeichen fehlt und überhaupt nur hinter der Autorenbezeichnung „E. & Z." sich findet, so wird zweifelhaft, ob es nicht etwa bloss die Autopsie der betreffenden Pflanzen von Ecklon und Zeyher andeuten soll. In Engler's Monographie der Anacardiaceen (1883) ist zwar der Name der Pflanze im Register unmittelbar hinter „Rhus obliqua E. Meyer" angeführt und auf dieselbe Seite wie für diese hingewiesen, an der betreffenden Stelle ist aber nur von Rhus obliqua E. Meyer in Herb. Drège litt. c und d die Rede, wovon die erstere als Zanthoxylon inaequale Harv., die letztere als Ptaeroxylon utile E. & Z. bezeichnet wird, während in Harvey und

Sonder Flor. capens. I, p. 446 die erstere unter Zanthoxylon capense Harv., die letztere p. 444 unter Myaris inaequalis Presl (Amyris i. Spreng.) aufgeführt ist. Mir sind die betreffenden Pflanzen von Drège nicht zu Gesicht gekommen. Was aber die eigentlich hier in Rede stehende Pflanze von Thunberg betrifft, für welche mir die von Thunberg angegebenen Charaktere die Zugehörigkeit zu Ptaeroxylon als sehr wahrscheinlich erscheinen liessen, so habe ich durch die auf mein Ansuchen erfolgte gütige Zusendung eines Blättchens der Pflanze durch Herrn Professor Fries in Upsala Gelegenheit erhalten, mich durch makro- und mikroskopische Untersuchung davon zu überzeugen, dass dieselbe in der That mit Ptaeroxylon utile E. & Z. identisch sei.

Daraus ergab sich wider meinen Willen die Nothwendigkeit, den eben genannten Namen der Pflanze entsprechend den De Candolle'schen Nomenclaturregeln in Ptaeroxylon obliquum umzuändern, wie oben geschehen ist. —

Was nun noch Eustathes und Apiocarpos betrifft, so ist darüber dem schon oben Bemerkten, dass sie bis auf weiteres auf sich zu beruhen haben, nicht viel hinzuzufügen.

Eustathes silvestris ist eine von den schwer oder gar nicht interpretirbaren Pflanzen Loureiro's (Fl. Cochinch. I, 1790, p. 234). Willdenow hat sie in seiner Ausgabe von Loureiro's Flor. Coch. I, 1793, p. 289 fragweise auf die westindische Valentinia Sw. (1788) bezogen, welche zu der Samydeen-Gattung Casearia gehört, und welche gemäss De Candolle (s. im Folgenden) schon Jussieu zu den Samydeen verbracht hat, während von Swartz selbst Valentinia als Rhamnee angesehen und von De Candolle im Prodromus I, 1824, p. 618 für eine Sapindacee erklärt worden ist (sieh im Folgenden).

Der erste, welcher Eustathes den Sapindaceen zuwies, scheint A. L. de Jussieu gewesen zu sein (Dixième Mémoire sur les caractères généraux des familles tirés des graines etc., Ann. du Muséum d'Hist. nat. XVIII, 1811, p. 477), welcher nach einer Reihe von Bemerkungen über verschiedene Sapindaceengattungen mit den Worten fortfährt:

„Il faut encore ramener à la suite de ces genres le Dodonaea, auparavant rejeté à la fin des Terebinthacées, et le faire suivre par l'Eustathes de Loureiro et l'Amirola de Persoon ou Llagunoa de la Flore du Pérou." Diese Worte scheinen De Candolle (Prodr. I, 1824, p. 618) veranlasst zu haben, Eustathes mit der Bemerkung „Dodoneae forsan affinis sed 5-petala" unter den „Genera non satis nota, Sapindaceis affinia" aufzuführen, wobei er zugleich die von Willdenow mit Eustathes fragweise in Beziehung gesetzte Valentinia Sw., welcher umgekehrt Raeuschel in seinem Nomencl. Ed. III, 1797, p. 109 Eustathes, oder wie er fehlerhaft schreibt „Erystathes Lour.", als Synonym untergeordnet hat (— bei Steudel ist daraus unter Eustathes durch abermalige Veränderung der Schreibweise ein Synonym „Eurytathes Lour. ex Raeuschel" geworden) an dieselbe Stelle brachte mit der Bemerkung: „Swartzius ad Rhamneas, Jussiaeus ad Samydeas referunt hoc genus; sed ad Sapindaceas pertinere videtur ex analogia foliorum cum Thouinia simplicifolia, petalis deficientibus ut in Schleichera et Amirola, partium numero Sapindaceis proprio." Vielleicht hat dabei, oder schon bei Jussieu, für Eustathes auch die Stellung der Pflanze bei Loureiro in der Octandria Monogynia unmittelbar hinter dessen Dimocarpus, mit D. Lichi und D. Longan, deren verhältnissmässig nahe Beziehungen zu Sapindus schon vor Willdenow erkannt waren und von diesem in einer Anmerkung berührt worden sind, beigetragen. Sprengel (Syst. Veg. II, 1825, p. 174) folgte De Candolle nur bezüglich der Stellung von Valentinia, welche er früher (Anleit. z. Kenntniss d. Gew. II. Aufl., II, 2, 1818, p. 661) wie Swartz den Rhamneen zugezählt hatte, betrachtete aber (Syst. l. c. p. 172) dafür nun die früher übergangene Gattung Eustathes als Rhamnee, doch nur für kurze Zeit; denn wenige Jahre hernach übertrug auch er sie zu den Sapindaceen, als Synonym von Melicocca

L. (s. Spreng. Gen. Pl. I, 1830, p. 311). Die späteren Autoren, Don, Meisner, Endlicher, Lindley etc. schlossen sich alle an De Candolle an. Schon die (der Beschreibung nach) einfachen Blätter und besonders die „Bacca 1-locularis, 4-sperma" lassen in Eustathes eine Sapindacee nicht mit gutem Grunde vermuthen. Als grosser, dauerhaftes Bauholz liefernder Baum hat die Pflanze übrigens vielleicht längst im Systeme ihren Platz gefunden, nur ohne dass ihre Beziehung zu den Angaben Loureiro's sich bemerkbar gemacht hätte. Vielleicht kann der von Loureiro angegebene Eingeborenenname der Pflanze „Cây Tlám" einmal eine Aufklärung über die Pflanze verschaffen. Ob die Pflanze im British Museum, welches Pflanzen von Loureiro besitzt, vorhanden sei, ist nach brieflicher Mittheilung von Carruthers nicht leicht zu sagen, da eine Aufzeichnung über die Stelle, an welcher sie etwa eingereiht sein möchte, nicht vorhanden ist.

Die wesentlichere Literatur von Eustathes ist folgende:

Eustathes (accuratius „Eystathes") Lour.

Eustathes Loureiro Flora cochinchin. I, Ed. I (1790) p. 234 n. 11; Ed. II (cur. Willd. 1793) p. 289 n. 11 excl. obs.: „An Valentiniae [Sw. scil.] sp.?"

— Jussieu, Ant. Laur., Ann. Mus. d'Hist. nat. XVIII (1811) p. 477. (Affinitatem cum Dodonaea indicat.)

— De Cand. Prodr. I (1824) p. 618 n. 24 („Dodoneae forsan affinis, sed 5-petala").

— Sprengel Syst. Veget. II (1825) p. 172 n. 1448 („Rhamnea?").

— Don General Syst. I (1831) p. 656, 675 n. 31 (inter. Sapindac. non satis not.).

— Meisner Gen. Pl. I, p. 53 (1837); II, Comment. p. 38 („An Dodoneae affinis?").

— Endlicher Gen. Pl. p. 1074 (1840) n. 5633; Suppl. IV Pars 3 (1850) p. 79 (Sapindac. dub.).

— Steudel Nomencl. bot. Ed. II, Vol. I (1840) p. 618 c. syn. „Eurytathes Lour. ex Raeuschel", qui vero Erystathes loco Eustathes scripserat in synonymia Valentiniae; cf. infra. („Sapindac. Mirb., Rhamneae Rchb.").

Eustathes Walpers Repert. bot. I (1842) p. 422 (Sapindac. dub.).
— Lindley Veg. Kingd. (1846) p. 385 (Sapindac. dub.).
— Benth. et Hook. Gen. Pl. I, 1 (1862) p. 392, sine no. (inter gen. dub. Sapindacear., c. obs.: „Omnino ignotus est").
— Pfeiffer Synonym. (1870) p. 303 n. 10708 (Sapindac. dub.).
— Pfeiffer Nomencl. bot. I (1873) p. 1313.
— Baillon Hist. d. Pl. V (1874) p. 377, annot. 3 (Sapindac. dub.).
Valentinia spec. Raeuschel, cf. infra.
Melicocca spec. Sprengel Gen. Pl. I (1830) p. 311.

Spec. 1. **Eustathes sylvestris** Lour.

Eustathes sylvestris Loureiro Flora cochinchin. I, Ed. I (1790) p. 235 n. 1; Ed. II (cur. Willd. 1793) p. 289 n. 1.
— — De Cand. Prodr. I (1824) p. 618 n. 1.
— — Sprengel Syst. Veg. II (1825) p. 219.
— — Don General Syst. I (1831) p. 675 n. 1.
— — Steudel Nomencl. bot. Ed. II, Vol. I (1840) p. 618. c. syn. erroneo „Valentinia sylvestris Lour."; rectius indicatur in Vol. II (1841) p. 741 „Valentinia sylvestris Raeuschel = Erystathes sylvestris" (i. e. Eustathes s. Lour.).
Valentinia sylvestris Raeuschel Nomencl. bot. Ed. III (1797) p. 109, c. syn. „Erystathes Lour." (i. e. Eustathes Lour.) in annot.
— — Steudel Nomencl. bot. Ed. I (1821) p. 868.
Nom. vulg.: Cây Tlám Cochinchinensibus ex Lour. l. c. —

Unter Apiocarpos Moguini Montrousier (Flore de l'ile Art in Mém. Acad. Lyon X, 1860, p. 190), ist, wenn der Discus richtig und im gewöhnlichen Sinne als „discus perigynus" vom Autor bezeichnet ist, wohl kaum eine Sapindacee zu verstehen und sicherlich ist dieselbe nicht, wie in Benth. Hook. Gen. I, p. 1000 (vergleichsweise) geschehen ist und in Baillon, Hist. d. Pl. V, p. 412 (ohne dass die Pflanze im Register erwähnt wäre) wiederholt wird, auf Akania Hook. f. zu beziehen, da die Angaben „stylus nullus" und „foliola integra" (soll wohl heissen: integerrima) dem entgegenstehen. Ist dagegen die erwähnte Bezeichnung

des Discus etwa nur in dem Sinne von „discus annularis, germinis basin cingens“ zu nehmen, so könnte man mit Rücksicht auf die mit 3, meist zweisamigen Fächern versehene Kapselfrucht, den rothen Samenmantel, die grünlich weissen Blüthen und das abgebrochen gefiederte Blatt an eine Harpullia denken, etwa an die H. austro-caledonica Baill.; aber auch hier steht wieder die Angabe „stylus nullus, stigmata 3“ entgegen, es müsste denn dieselbe etwa vom Pistillrudimente einer ♂ Blüthe hergenommen sein. Einer Beziehung der Pflanze auf Cupaniopsis apiocarpa m. oder auf eine Art der Gattung Storthocalyx m. stehen die einsamigen Fruchtfächer dieser entgegen. Die Pflanze scheint auch in Lyon nicht vorhanden zu sein; wenigstens hat Herr Professor R. Gérard, der meiner Bitte um Aufschluss über sie auf's freundlichste entgegen gekommen ist, sie nicht aufzufinden vermocht, und so wird es wohl am besten sein, sie auf sich beruhen zu lassen, bis vielleicht einmal der Eingebornenname „Aligo“ Licht über sie verbreitet.

Die Literatur der Pflanze ist folgende:

Apiocarpus Montr.

Apiocarpus Montrousier, Flore de l'ile Art (près de la Nouvelle-Calédonie) in Mém. Acad. Lyon X (1860) p. 190; refertur in Flora s. Regensburger bot. Zeitung XLV (1862) p. 346 (sub titulo: Die Flora der Insel Art bei Neu-Caledonien, p. 343 etc.). „Sapindacear. gen. nov.“

— Benth. et Hook. Gen. I, 3 (1867) p. 1000 in Addend.: „Akaniae valde affinis videtur, nisi congener.“

Akania spec.? Benth. et Hook., cf. loc. anteced.

— — ? Baillon Hist. d. Pl. V (1874) p. 412, annot. 7. (In indice deest.)

Spec. 1: **Apiocarpus Moguini** Montr.

Apiocarpus Moguini Montrousier l. c. p. 191; nomen solummodo redditum in Flora l. c.

Nom. vulg.: Aligo incolis, teste Montr. l. c.

III. Charakterisirung der Familie.

Nach den im Vorausgehenden bewerkstelligten Ausschliessungen stellen sich die Sapindaceen als eine sehr einheitliche Gewächsgruppe dar, für welche es fast schwerer ist, engere verwandtschaftliche Beziehungen zu anderen Familien (abgesehen von den Hippocastaneen und Acerineen) nachzuweisen, als die bisher für dieselbe so vag gewesenen Grenzen scharf zu ziehen. Es lassen sich die Sapindaceen in dem gedachten Umfange nunmehr kurzweg charakterisiren als exalbuminose und campylosperme Discifloren (Eucyclicae) mit extrastaminalem Discus und alternirenden Blättern. Neben dem kann zur Charakterisirung in anatomischer Hinsicht hervorgehoben werden, dass sie eine continuirliche, gemischte Sklerenchymscheide an der Grenze der primären und secundären Zweigrinde besitzen, sowie einfach durchbrochene Gefässzwischenwandungen und mit Hoftüpfeln versehene Seitenwandungen der Gefässe auch da, wo diese nicht unter einander, sondern mit Parenchym (Holzparenchym oder Markstrahlparenchym) in Verbindung stehen, weiter einfach getüpfeltes Prosenchym in dem bald regelmässigen, bald in eigenthümlicher Weise unregelmässigen Holzkörper; ferner dass Zweige und Blätter häufig mit kleinen, kurzgestielten, mehrzelligen Aussendrüsen und häufig mit milchsaftführenden, am getrockneten Blatte oft als durchsichtige Punkte oder Strichelchen erscheinenden Secretzellen, nie aber mit Secretlücken oder Secretgängen versehen sind.

Dabei ist in Hinsicht der Blattstellung nur eine Ausnahme zu verzeichnen, die der monotypischen Gattung Valenzuelia (mit gegenständigen Blättern) und hinsichtlich des Discus die Gattung Dodonaea, bei welcher der Discus in den männlichen Blüthen unentwickelt bleibt und bei aus-

nahmsweise vorkommenden ☿ Blüthen durch ein gestrecktes Internodium über den Staubgefässen vertreten erscheint. Fälle, wie die von Alectryon und Exothea, bei welchen sich das polsterförmig anschwellende Discusgewebe zwischen den Staubgefässen vordrängt und nach innen von denselben mehr oder minder vollständig zu einem ringförmigen Innenrande verbindet, sind nicht eigentlich als Ausnahmen anzusehen. da der Discus in seinem Haupttheile hier deutlich extrastaminal bleibt (vergl. p. 153 und das weiter unten Gesagte).

Ausnahmsfälle hinsichtlich der anatomischen Charaktere finden sich bei Valenzuelia, deren Sklerenchymring nicht continuirlich ist, und bei Xanthoceras, deren Sklerenchymring in Folge Dünnwandigbleibens der Markstrahlen eine geringe, später deutlicher werdende Unterbrechung zeigt; kaum erwähnenswerth ist weiter ein sehr vereinzeltes Auftreten von armspangigen, leiterförmig durchbrochenen Gefässzwischenwänden im primären Holze von Harpullia, von Lecaniodiscus cupanioides und ein paar Lepisantheen (Placodiscus turbinatus, Cotylodiscus stelechanthus).

Es ist, um das Charakterbild der Familie zu vervollständigen, hinzuzufügen, dass die Sapindaceen zur Eingeschlechtigkeit und Ein- (oder Zwei-) häusigkeit, unter relativer Begünstigung des männlichen Geschlechtes nach Art und Zeit der Entwicklung, also zum sogenannten Andromonoecismus (oder Androdioecismus) neigende, gewöhnlich 5-gliedrige Blüthen — abgesehen von dem nur 3- oder 2-gliedrigen Gynoecium — mit nach rückwärts gekehrtem zweitem Kelchblatte besitzen, welche aber gelegentlich durch Verwachsung zweier Kelchblätter (des dritten und fünften), Unterdrückung eines Blumenblattes und entsprechende Reducirung des Androeciums den Anschein der Viergliedrigkeit gewinnen (bei Arten von Serjania, Paullinia, Cardiospermum, bei Athyana Diatenopteryx, Thouinia und Allophyllus), und an

denen im Knospenzustande die wesentlichen Blüthentheile nicht, wie vielfach gerade bei den nächst verwandten Familien der Rutaceen, Simarubaceen, Burseraceen, Anacardiaceen und Meliaceen mit im allgemeinen sehr kleinem Kelche, eigentlich bloss von den Blumenblättern überdeckt sind, sondern zugleich auch von den Kelchblättern (Athyana und Diatenopteryx ausgenommen); weiter häufig mit Schuppen versehene (serial dedoublirte) Blumenblätter, welche Schuppen als Saft- oder Honigdecken erscheinen mit anderssinnig als im Blumenblatte selbst, wie gewöhnlich bei solchen Emergenzen, orientirten Gefässbündeln, die höchst entwickelten (bei den Eupaullinieen) von kaputzenartiger Gestalt und mit besonderen gelbgefärbten kammartigen Fortsätzen — sogenannten Pollenmalen — auf ihrer Spitze versehen, in anderen Fällen durch Spaltung (auch ihrer Kämme) in ein Paar neben einander stehender Schuppen umgebildet (Thinouia, Porocystis, Toulicia zum Theile, Guioa, Diploglottis, Euphorianthus, Sarcopteryx, Jagera, Trigonachras, Toechima, Synima), in wieder anderen eigenthümlichen Fällen mit den Blumenblatträndern zu einem trichterig schildförmigen Gebilde vereiniget (Lychnodiscus, Glenniea, Pentascyphus, Phialodiscus, Lepidopetalum, Paranephelium), oder nur mit dem Nagel des Blumenblattes verbunden (Hebecoccus, Scyphonychium) unter Bildung einer Art Tasche (welche durch eine kammartige Leiste der Länge nach getheilt sein kann, wie bei Chytranthus Mannii), oder bei gleichzeitiger Spaltung nur als einwärts geschlagene Randtheile oder blattohrenartige Anhängsel der Blumenblätter sich darstellend (Cupania etc.), welche aber mitunter das Blumenblatt selbst an Grösse übertreffen (Matayba etc.), seltener keine Blumenblätter (Placodiscus, Melanodiscus, Crossonephelis, Lecaniodiscus, Schleichera, Haplocoelum, Nephelium und Alectryon zum

Theile, Heterodendron, Podonephelium, Stadmannia, Dictyoneura, Mischocarpus zum Theile, Llagunoa, Dodonaea, Distichostemon, Averrhoidium, Doratoxylon, Ganophyllum); ferner nicht selten zu besonderen drüsenartigen Effigurationen vor oder (Xanthoceras) zwischen den Blumenblättern ausgebildete Theile des extrastaminalen Discus, welcher überdiess bei nahezu einem Drittheile der Gattungen (sei es bei allen, sei es bei einzelnen Arten derselben) eine ungleichseitige Entwicklung zeigt, dadurch eine auffällig symmetrische Gestaltung der Blüthe bedingend, mit (in Abhängigkeit von der Wickelstellung der Blüthen oder ihrer Hinneigung zu solcher, wie auch anderwärts, stehender) schiefer, hier durch das vierte, auf der Rückseite der Blüthe seitwärts gelegene Kelchblatt gehender Symmetralen und mit mehr oder minder vollständiger Verkümmerung des diesem Kelchblatte diametral gegenüberstehenden, auf das Intervall zwischen Kelchblatt 3 und 5 treffenden Blumenblattes (s. das Diagramm im Supplemente der Monographie von Serjania, Taf. VIII Fig. 1 und 2, nebst Figurenerklärung); sodann ein meist durch Unterdrückung zweier (bei Blüthen mit ungleichseitigem Discus deutlich rechts und links von der Symmetralen stehender) Glieder unvollständig diplostemones und uniseriates, seltener (bei Lychnodiscus, Laccodiscus und zuweilen bei Diploglottis) ein vollzählig diplostemones oder (bei Crossonephelis, Pseudopteris, Tinopsis, Dictyoneura, Doratoxylon, Ganophyllum, Filicium und gewissen Arten anderer Gattungen, wie Otophora ramiflora, Harpullia ramiflora, arborea etc.) ein haplostemones und nur sehr ausnahmsweise (bei Deinbollia, Hornea und Distichostemon — wahrscheinlich in Folge von Dedoublirung —) ein polystemones Androecium, dessen Glieder in der Knospe gewöhnlich gerade gestreckt sind (selten doppelt knieförmig gebogen, im unteren

Theile nach aussen und unten, im oberen wieder aufwärts — bei Lychnodiscus, Placodiscus, Lecaniodiscus, Eriandrostachys, Macphersonia, Aporrhiza, Exothea und Harpullia subgen. Otonychium), aufrechte, 4-fächerige Antheren mit seitlichen oder introrsen, nur bei Pseudima subextrorsen, bei Melicocca extrorsen Fächern tragen und Pollen von gewöhnlich 3-eckig polsterförmiger Gestalt mit je einer Furche und Pore an den Ecken oder von Kugelgestalt bei entsprechender sonstiger Beschaffenheit bilden; ferner ein meist 3-gliedriges syncarpes Gynoecium (dessen unpaares Glied in Blüthen mit ungleichseitigem Discus deutlich gegen das vordere Ende der Symmetralen hin, über das Intervall zwischen Kelchblatt 3 und 5 zu stehen kommt[1]), mit stets mehr oder minder campylotropen, niemals rein anatropen, gewöhnlich apotropen und meist einzeln im Fache aufrecht stehenden Samenknospen; endlich Früchte von geringer Grösse, bald kapselartig, bald nussartig mit corticoser Schale, bald mehr oder minder drupös, gelegentlich mit Flügeln versehen und in diesem und anderem Falle als Spaltfrucht ausgebildet, nur selten geniessbar, manche aber Samen mit geniessbaren Theilen enthaltend, mit zuckerreichen Arillus-Bildungen nämlich, oder mit mandelartigem Embryo, welch letzterer stets, wenn auch gelegentlich fast unmerklich, gekrümmt ist.

---

1) Weniger bestimmt liessen sich an dem getrockneten Materiale für Blüthen mit regelmässigem Discus die Stellungsverhältnisse erkennen. Doch schien im allgemeinen bei 3 Fruchtblättern das eine nach rückwärts in die Mediane, bei zweien beide in die Mediane zu fallen. Ebendahin bei Octandrie bald Glieder, bald Lücken des Andröciums, was wohl eher auf ungleichen Dehnungen des Discus als auf wechselnder Stellung der unterdrückten Staubgefässe beruhen dürfte. Es finden diese Verhältnisse in den für Acer von Eichler (Blüthendiagramme II, 1878, p. 350 etc.) und Pax (in Engler's Jahrb. VI, 1885, p. 314 etc.) erwähnten ihr Seitenstück.

Was die habituellen Verhältnisse betrifft, so ist dem Obigen beizufügen, dass die Sapindaceen, abgesehen von ein paar krautartigen Angehörigen der Gattung Cardiospermum, Holzgewächse sind — niedere oder höhere Sträucher oder Bäume, zum Theile von mächtiger Entwicklung, viele mit Ranken versehen und lianenartig (Paullinieen), zugleich nicht selten mit anomaler Stammstructur (s. im später Folgenden bei den anatomischen Verhältnissen der Achse), einzelne auch von palmenartigem Wuchse (Arten der Gattungen Toulicia und Talisia) mit einfachem Stamme und etagenweise sich entwickelnden Blättern, manche von giftiger Beschaffenheit für Menschen oder Thiere, namentlich für Fische; weiter dass ihre Blätter — ausser bei den Paullinieen — nebenblattlos sind, sowie gewöhnlich zusammengesetzt, und zwar, was die Unterscheidung der Sapindaceen von verwandten und anderen Familien (wie die oben p. 175 schon hervorgehobene Knospenbeschaffenheit) sehr erleichtert (s. über Sapindus etc., Sitzungsber. 1878, p. 233 Anmerk., p. 314; ferner Rede über die anat. Methode, 1883, p. 28 Anmerk.), am häufigsten unecht unpaar-gefiedert (s. Näheres darüber bei der Verwerthung dieses Verhältnisses zur Bildung der Gruppen „anomophyller Eu- und Dys-Sapindaceen", sowie im Conspectus tribuum); endlich, dass ihre mit Trag- und Vorblättern versehenen Blüthen meistentheils zunächst zu Wickeln oder zu Dichasien mit Hinneigung zu Wickelabschluss vereiniget sind, welche sodann vereinzelte oder rispenähnlich gehäufte Thyrsen (Paullinieen etc.) oder wirkliche Rispen (Cupanieen etc.) darstellen helfen.

An den Thyrsen der Paullinieen werden die zwei untersten seitlichen und zugleich vorderen (in ihrer Stellung dem 1. und 3. Kelchblatte in einer Blüthe der gleichen Pflanze entsprechenden) Wickeln durch einen einfachen Rankenzweig ersetzt, wozu auch rankenartige Ausbildung

des unterhalb gelegenen Theiles der Thyrsusaxe selbst sich gesellen kann. Die Rankenzweige treten übrigens bei den betreffenden Arten nicht immer (namentlich häufig nicht an den obersten Inflorescenzen) auf, und andererseits können dieselben auch für sich allein, unter Verkümmerung des blüthentragenden Theiles der Inflorescenz (an den unteren Theilen der Pflanze) auftreten (vergl. darüber das in der Monographie von Serjania p. 6 und 7 Gesagte).

Es ist an der bezeichneten Stelle der Monographie von Serjania schon auf die häufig traubenförmige Gestalt der als Thyrsen zu bezeichnenden Inflorescenzen hingewiesen und hervorgehoben worden, dass dieselben von den Autoren gelegentlich schlechthin als Trauben und ihre rispenähnlichen Vereinigungen schlechthin als Rispen bezeichnet werden, welche Bezeichnungen auch auf die Namen betreffender Pflanzen übergegangen sind (Serjania racemosa, S. paniculata). Diese Bezeichnungen sind aber nur approximative. Eine solche aus Wickeln zusammengesetzte, bei den Paullinieen mit zwei Rankenzweigen beginnende Inflorescenz erscheint nämlich, wenn man den sicherlich wesentlichen, aber häufig, und auch von Eichler, unbeachtet gelassenen Unterschied zwischen einer echten, zu den ungeschlossenen Blüthenständen gehörigen Traube, deren Hauptaxe zur Production einer (End-)Blüthe überhaupt nicht befähigt, also anderer Natur als die Seitenaxen ist, und einer nur traubenförmigen, aber cymösen, d. h. geschlossenen oder wenigstens zum typischen Abschlusse der Hauptaxe befähigten Inflorescenz festhält, als eine Inflorescenz der letzteren Art, völlig gleichwerthig der begrenzten, ebenfalls aus Wickeln zusammengesetzten Inflorescenz von Aesculus, bei welcher eine die Hauptaxe abschliessende Blüthe, wenn auch nicht häufig, so doch gelegentlich in der That zur Entwicklung kommt.

Gliedert man nun die cymösen Inflorescenzen nach dem Charakter der Verzweigung in solche mit mehr- (als zwei-) gliedrigem Protagma (— Vorgestell — der Ausdruck ist von Schimper, hier aber unter Einbeziehung des Schimper'schen Mesotagmas erweitert zur Bezeichnung nicht bloss der eigentlichen Vorblätter, sondern auch der einer Blüthe am gleichen Sprosse vorausgehenden Hochblätter, und zwar im wesentlichen der fertilen, d. h. der in ihren Achseln Seitensprossen Raum gebenden von allen diesen Blättern),

in solche mit zweigliedrigem und endlich mit eingliedrigem Protagma, — um mit Eichler zu reden: in Pleiochasien, Dichasien und Monochasien —, welche alle als einfache, oder zusammengesetzte Inflorescenzen auftreten können, und zwar zusammengesetzt unter Wiederholung der gleichen Verzweigungsweise oder, was die reicher verzweigten betrifft, indem sich Uebergänge von der reicheren zu einer ärmeren und ärmeren Verzweigungsweise entweder in allen Seitengliedern oder besonders in den später und höher erscheinenden zeigen, so lässt sich für die in Rede stehenden Inflorescenzen leicht der rechte Platz und die entsprechende Bezeichnung finden. Sie gehören zu den zusammengesetzten, aber in allen Seitengliedern nach vereinfachtem Typus zusammengesetzten cymösen Inflorescenzen mit mehrgliedrigem Protagma, welche man im allgemeinen den rispenartigen (pleiochasischen) Inflorescenzen beizuzählen hat, und für welche man weiter die Bezeichnung Thyrsus (d. i. panicula composita e dichasiis vel bostrygibus vel cincinnis, und zwar hier das letztere, also Thyrsus cincinniger) schon vielfach verwendet hat und füglich verwenden kann, während man die durchwegs oder doch der Hauptsache nach auch in ihren Seitengliedern dem Typus der ersten Verzweigung folgenden zusammengesetzten cymösen Inflorescenzen mit mehrgliedrigem Protagma mit dem im wesentlichen schon immer für sie gebrauchten Namen Rispe bezeichnen und je nach ihrer kegelförmigen, walzenförmigen, abgeflachten (ebenstraussartigen oder doldenförmigen) oder trichterförmigen Gestaltung als Kegelrispe (oder Rispe im gewöhnlichen Sinne), als Walzenrispe, als Flachrispe (corymbiforme Rispe und Doldenrispe, oder Trugdolde — cyma plana — z. Theile) und als Trichterrispe oder Spirre (anthela) unterscheiden kann, wie endlich die entsprechende einfache Inflorescenz mit vielgliedrigem Protagma als vereinfachte oder traubenförmige Rispe bezeichnet werden kann, oder wenn man den von Eichler dafür gebildeten Namen vorziehen will, als (einfaches) Pleiochasium. Dabei wird die Schwierigkeit der Unterscheidung solcher Inflorescenzen von racemösen (ungeschlossenen) auf ein sehr geringes Mass reducirt, wenn man die Fähigkeit der Hauptaxe zur Production einer Endblüthe oder eines dieselbe vertretenden abschliessenden Gebildes („Teleotagma" Schimper), oder die sonst sich documentirende Gleichwerthigkeit derselben mit den abgeschlossenen Seitenaxen, nicht das mehr zufällige wirkliche Vorhandensein einer Endblüthe als das wesentlich Unterscheidende ins Auge fasst, und wenn man berücksichtiget, dass bei zusammengesetzten Inflorescenzen, deren seitliche Sprosssysteme deter-

minirt sind, bis zum Erweise des Gegentheiles das Gleiche in der Regel auch für die Hauptaxe angenommen werden darf.

Darnach ist (mit Bravais und entgegen Eichler — s. dessen Blüthendiagr. I, p. 33) die Inflorescenz von Berberis, da dieselbe gelegentlich mit Endblüthe vorkommt, stets, auch wenn diese fehlt, als cymöse Inflorescenz, als vereinfachte, traubenförmige Rispe, als (einfaches) Pleiochasium zu bezeichnen. Die oben erwähnte rispenähnliche Zusammenfassung von Thyrsen bei der darnach benannten Serjania paniculata und ähnlichen Sapindaceen dagegen ist, da die Hauptachse anderer Natur als die der seitlichen Thyrsen, nicht als eine wahre Rispe, sondern als eine rispenförmige, aus Thyrsen zusammengesetzte Traube zu bezeichnen, somit als eine aus determinirten Inflorescenzen zusammengesetzte indeterminirte, wozu das Gegenstück — eine aus indeterminirten Inflorescenzen zusammengesetzte determinirte Inflorescenz — die ebenstraussartige Rispe der Corymbiferen oder die aus Aehrchen zusammengesetzte Rispe der Gräser bildet, wobei die Schlussgebilde für die Rispenäste nicht Einzelblüthen, sondern Blüthenkörbchen (wie z. B. auch für die Schraubeläste von Cichorium) oder Aehrchen sind.

Was die dichasischen Inflorescenzen betrifft und die mit eingliedrigem Protagma, unter welchen wieder die mit in der Regel nur durch Verarmung eingliederig gewordenem seitenständigem Protagma (Cincinnus und Bostryx) und die mit typisch eingliedrigem mittelständigem Protagma (Fächel und Sichel) aus einander gehalten werden können, so ist hier keine Veranlassung gegeben, auf sie näher einzugehen. —

Ich knüpfe an diese Bemerkung die Besprechung und Berichtigung einer Pflanze an, welche zur Erhärtung des eben Gesagten geeignete Gelegenheit gibt, einer Pflanze nämlich mit in ähnlicher Weise, wie bei Serjania racemosa etc., als Traube bezeichneter, aber nur traubenförmiger und einen aus einfachen Dichasien zusammengesetzten Thyrsus darstellender Inflorescenz. Es ist das die von Meisner in der Flora brasiliensis V, 1 (1855) p. 25 aufgestellte und auch in DC. Prodr. XIV (1857) p. 168 aufgeführte Coccoloba Japurana, welche der Autor selbst schon an der erst bezeichneten Stelle als „species ... ulterius inquirenda ex specimine floribus nondum apertis in Hb. Acad. Reg. Monac. non satis nota" bezeichnet hat.

Dieselbe wurde bei der im Werke befindlichen monographischen Bearbeitung der Gattung Coccoloba von Herrn Dr. Gustav Lindau in Berlin als nicht zu dieser Gattung gehörige Pflanze unbekannter

Stellung an das Münchener Herbar zurückgesendet und schien wegen des noch sehr jugendlichen Zustandes der Blüthenknospen — dieselben besitzen kaum 0,75 mm Länge — anfänglich kaum bestimmbar zu sein.

Die anatomisshe Methode in Verbindung mit sorgfältigem Studium der jungen Blüthenknospen unter Auseinanderlegung ihrer Theile und Fertigung successiver Querschnitte für die mikroskopische Untersuchung führte übrigens auch hier zum Ziele.

Charakteristisch erschien nämlich bei der anatomischen Untersuchung der Vegetationsorgane das gleichzeitige Vorkommen von Gefässen mit leiterförmig durchbrochenen, zum Theile reich-, zum Theile armspangigen Zwischenwänden und solchen mit einfach durchbrochenen, bald mehr, bald weniger geneigten Zwischenwänden im Holze des Zweiges und zwar sowohl im inneren, wie im äusseren Theile desselben in ziemlich gleicher Weise, unter Vorwalten der leiterförmigen Durchbrechung. Diess und die Beschaffenheit der Staubgefässe, deren fast sitzende Antheren zarten, den Blumenblättern selbst ähnlichen Gebilden (einzeln) aufgewachsen erschienen, liess sofort auf eine jener Violarieen mit schuppenförmig verbreitertem und vorgezogenem Connective schliessen, wie sie den Tropen eigen sind. Nach ihren übrigen Charakteren war die Pflanze nun leicht als eine Art der Violarieen-Gattung Alsodeia Thouars, für welche Baillon wohl mit Recht den älteren Namen Rinorea Aubl. wieder aufgenommen hat, zu erkennen. Sie stellt eine neue Art dieser Gattung dar: Rinorea, oder, wie sie bis zu einer neuen kritischen Sichtung des jetzigen Gattungsinhaltes und Feststellung der betreffenden Namen füglich zu nennen sein dürfte, Alsodeia Japurana m., für welche die schon von Meisner angegebenen Merkmale, namentlich die „den Blättern an Länge nachstehenden, fadenförmigen, lockerblüthigen, hängenden“ aus einfachen (3-blüthigen) Dichasien zusammengesetzten, traubenförmigen Inflorescenzen charakteristisch sind. Sie erscheint durch ihre nicht gerade mit Unrecht auch schon von Meisner in der Flora brasiliensis, aber nicht mehr auch in DC. Prodr. als „blattgegenständig“ bezeichneten Inflorescenzen, wie nach anderen Merkmalen (besonders Gestalt und Venation der Blätter) als zunächst verwandt mit Alsodeia racemosa Mart. & Zucc., bei deren Benennung von einer genauen Auffassung der hier zusammengesetzte, gewöhnlich 7-blüthige Dichasien tragenden, als Thyrsus zu bezeichnenden Inflorescenz in der schon erwähnten Weise und ähnlich wie bei Serjania racemosa Umgang genommen ist, worauf ich zurückkommen werde.

Dass die blattgegenständige Inflorescenz aus der Achsel eines dem betreffenden Laubblatte gegenüberstehenden, schuppenförmigen und früh abfallenden Niederblattes entspringt, hat für die entsprechenden Alsodeia-Arten schon Eichler dargelegt, gleichwie auch den an Atropa erinnernden, aber eigenartigen, sympodialen Aufbau mit äusserlich ähnlicher Paarung der Blätter (sieh Blüthendiagramme II, 1878, p. 223 und die dort citirte nähere Darlegung in Flora 1870, p. 401, tab. 4).

Die von dem erwähnten Niederblatte und von den ebenfalls früh abfallenden Nebenblättchen des gegenüberstehenden und des mit letzterem gepaarten Laubblattes zurückgelassenen Narben haben Meisner offenbar veranlasst, für die Pflanze „ochreae deciduae" anzunehmen, welche Angabe somit aus seiner Diagnose zu streichen ist.

Ich füge, um dann auf die Inflorescenz der Alsodeia-Arten zurückzukommen, in Betreff der in Rede stehenden Pflanze noch hinzu, dass sich an den Querschnitten der jugendlichen Blüthenknospen ganz dieselbe Deckung von Kelch und Krone beobachten liess, wie sie Eichler für Alsodeia darstellt (Blüthendiagramme II, p. 222 Fig. 87, B.); weiter dass an dem isolirten, in Javelle'scher Lauge gebleichten Pistille trotz der jugendlichen Beschaffenheit und einer einschliesslich des Griffels nur 0,45 mm betragenden Länge doch schon die Einfächerigkeit des Fruchtknotens mit parietaler Stellung eben als Zellhügel hervortretender Samenknospen sich erkennen liess, sowie dessen Verlängerung in einen röhrenförmigen, ohne deutliche Narbenbildung mit scharfem Rande endigenden Griffel; endlich dass die Kelchblätter in einer für diese Art eigenthümlich erscheinenden Weise unter der Epidermis ihrer Innenseite bis zur Spitze mit einer Schichte Einzelkrystalle führender Zellen versehen sind, während bei A. racemosa und anderen Arten nur unter der Mitte der Kelchblätter zwischen anderen eingestreute derartige Zellen zu beobachten waren.

Was nun die Inflorescenzen der hier in Rede stehenden Alsodeia-Arten betrifft, die Uebereinstimmung derselben mit den im Vorausgehenden betrachteten Inflorescenzen der Sapindaceen und ihre daraus sich ergebende Bezeichnung als Thyrsen, welche hier aus Dichasien — wie die der Sapindaceen und Hippocastaneen aus Wickeln — zusammengesetzt sind, welche aber auch durch Auftreten von Einzelblüthen an Stelle der Dichasien bei gewissen Arten zu einfachen Polychasien werden können, so habe ich gegenüber der Angabe von Eichler an dem schon erwähnten Orte (Flora 1870, p. 407), dass die Inflorescenzen von Alsodeia mit steriler Spitze

endigen, als wesentlich hervorzuheben, dass sich, was den cymösen Charakter dieser Inflorescenzen direct bekundet, ganz ähnlich, wie bei Aesculus, gelegentlich auch hier eine Endblüthe beobachten lässt. So z. B. bei der in meinem Beitrage zur africanischen Flora, Februar 1883, p. 370, als Alsodeia spec. erwähnten Pflanze der Sammlung von Hildebrandt, n. 3176 (Celastrus nossibeus O. Hoffm. Sert. mad. 1881, p. 12), welche Baker im Journ. Linn. Soc., March & April 1883, p. 89 auf Alsodeia squamosa Boivin ed. Tul. (in Ann. sc. nat., sér. 5, IX, 1868, p. 307) bezogen hat und welche darnach auch von Baillon im Bull. Soc. Linn. de Paris n. 73, 1886, p. 582—3 unter „Rinorea squamosa Baill." angeführt ist (mit dem Druckfehler 8176, statt 3176). Es tritt die Endblüthe, wenn sie überhaupt entwickelt ist, hier sehr deutlich hervor, da sie den übrigen Blüthen der bei dieser Art als (einfache) traubenförmige Polychasien erscheinenden Inflorescenzen in der Entwicklung vorauseilt und schon zur Frucht sich ausgebildet zeigt, während die ihr zunächst stehenden Seitenblüthen noch im Knospenzustande sich befinden.

So bildet also die Gattung Alsodeia einen sehr schönen Beleg, wie für die gradweise Abstufung in dem Aufbau cymöser Inflorescenzen bei verwandten Pflanzen, so auch für die Triftigkeit des oben ausgesprochenen Satzes, dass das Wesen einer cymösen (d. i. determinirten) Inflorescenz nicht so fast in dem Vorhandensein des normalen Schlussgebildes als vielmehr in der Befähigung zu seiner Bildung und der damit gegebenen Gleichartigkeit der Hauptaxe mit den Seitenaxen zu suchen sei, und das mag die Besprechung derselben an dieser Stelle rechtfertigen, welcher noch ein paar Worte hinsichtlich der anatomischen Charaktere beigefügt sein mögen.

Die oben erwähnte eigenthümliche Mischung verschiedenartig durchbrochener Gefässzwischenwände im Holze findet sich nämlich nicht bei allen Alsodeia-Arten und scheint für die nähere Präcisirung derselben ein willkommenes Hilfsmittel zu bilden. Sie zeigte sich bei einer entsprechenden Durchmusterung der im Münchener Herbare vorhandenen Materialien unter den americanischen Arten, ausser bei A. Japurana, bei der damit zunächst verwandten A. racemosa Mart. & Zucc. (Exemplare von Martius) und der ebenfalls nahe stehenden A. Sprucei Eichl. (Spruce n. 1834 et 1947, Schomburgk n. 947), ferner bei der von Eichler zu A. guianensis, aber wohl mit Unrecht, gerechneten A. pubiflora Benth. (Kappler n. 1130 aus Surinam), bei A. paniculata Mart. & Zucc. (Exemplare von Martius) und bei A. sylvatica Seem. (Exemplare

von Sutton Hayes n. 30 aus Panama und damit vollständig übereinstimmende von Moritz Wagner ebendaher); unter den ausseramericanischen Arten bei der oben erwähnten A. squamosa Boivin (Hildebrandt n. 3176 aus Madagascar), bei A. obtusa Korth. (von dem Autor selbst auf Borneo gesammeltes Exemplar) und A. Roxburghii Wall. (im Garten zu Calcutta cultivirte, und aus dem dortigen Herbare mitgetheilte Exemplare).

Nur leiterförmig durchbrochene Zwischenwände, mitunter sehr reichspangige und häufig arm- und reichspangige neben einander, zeigten dagegen unter den vorhandenen americanischen Arten (in der Ordnung der Flora brasiliensis aufgezählt): A. physiphora Mart. (Exemplare von Martius), A. macrocarpa Mart. mss. (Exemplare von Martius), A. flavescens Spreng. (coll. Kappler — Eichler schreibt Hostmann — n. 1144, Surinam), A. falcata Mart. mss. (Exemplare von Martius und von Eichler hieher gerechnete Exemplare von Spruce n. 1069 und 1964, welche ich als eine besondere Art, A. camptoneura, auffasse und im Folgenden noch weiter in Betracht ziehen werde), A. guianensis Eichl. (coll. Kappler — Eichler schreibt Hostmann — n. 243, welche ich als in der That mit Passoura guianensis Aubl. übereinstimmende Pflanze ansehe; ausserdem von Eichler — wohl mit Unrecht — als var. brevipes hieher gerechnete Exemplare von Schomburgk n. 1282 und als var. Lindeniana bezeichnete Exemplare von Martius und von Schomburgk, welche nunmehr besser wieder, wie früher, als A. brevipes Benth. und als A. Lindeniana Tul. zu bezeichnen sein werden); weiter unter den ausseramericanischen Arten A. javanica Hassk. (Prosthesia j. Bl., aus dem Hb. Lugd.-Bat. mitgetheilt), A. obtusa Korth. (von diesem selbst gesammelt), A. echinocarpa Korth. (blühendes Exemplar aus Sumatra aus dem Herb. Lugd. Batav. und von Griffith auf Malacca gesammeltes unter 225 vom Herb. Kew mitgetheiltes Exemplar in Frucht), A. mollis H. f. & Th. (aus Tenasserim von Helfer, Kew Cat. n. 225 A), und endlich eine Pflanze von Soyaux aus Loango n. 160 (Nov. 1874, flor.), welche, da sie meines Wissens noch nicht in das System eingefügt ist, wegen ihrer verhältnissmässig langen Blattstiele A. petiolaris genannt sein mag. Sie gehört zu den Arten mit „foliis alterne distichis" und besitzt in kurze, ungefähr 3 cm lange, rostbraun behaarte, aus 3- und mehrblüthigen Dichasien zusammengesetzte Inflorescenzen sich endigende Zweige von graugrüner Farbe und ebenso gefärbte oblonge, an der Basis zum Theile fast keilförmig verschmälerte, zugespitzte, gezähnelte Blätter von 10—15 cm Länge und 4—6 cm Breite, mit

2—3 cm langen Stielen und abfälligen, trockenhäutigen, braunen, eiförmig-lancettlichen Nebenblättchen, welche am Rande kurz gewimpert sind, wie die ausserdem auch auf ihrem Rücken locker behaarten Bracteen und Kelchblätter.

Ausser der Beschaffenheit des Holzes, respective seiner Gefässe, hat sich in systematischer Hinsicht für die Gattung Alsodeia auch das Vorkommen von Epidermiszellen des Blattes mit verschleimter innerer Membran als werthvoll erwiesen, welche Zellen bei entsprechender Grösse in Form durchscheinender Punkte hervortreten, wie für die oben als Alsodeia squamosa Boivin bezeichnete Pflanze von Hildebrandt n. 3176 bereits in meinem Beitrage zur africanischen Flora (an der oben citirten Stelle, 1883) und weiterhin in der Arbeit von Blenk über die durchsichtigen Punkte der Blätter (Flora 1884, p. 106, Sep.-Abdr. p. 20) Erwähnung gefunden hat. Solche Zellen, deren Nachweis übrigens mitunter ziemliche Umsicht erfordert, kommen den meisten Arten zu und von den im vorausgehenden registrirten Materialien allen bis auf drei, von denen sich eben darnach noch besonders eine Pflanze als verschieden von jenen erwies, welche damit von Eichler zu einer Art vereiniget worden waren. Es ist das die Pflanze von Kappler — oder Hostmann — n. 243, welche ich oben als mit der Grundlage der A. guianensis Eichl., d. i. mit der Aublet'schen Passoura guianensis vorzugsweise übereinstimmend bezeichnet habe, und welcher gegenüber das, was Eichler noch zu dieser Art gerechnet hat, wohl sicherlich wenigstens theilweise als anderer Art zu betrachten ist, worüber ich mir aber, abgesehen von der oben schon wieder hergestellten A. brevipes Benth. und A. Lindeniana Tul. wegen Unzureichendheit des Materiales weitere Auseinandersetzung versagen muss. Die anderen beiden Arten ohne verschleimte Epidermiszellen sind A. paniculata Mart. und A. sylvatica Seem.

In sehr ungleichem Masse zeigte sich die Verschleimung bei verschiedenen Exemplaren der oben von A. falcata Mart. mss. ed. Eichler abgetrennten A. camptoneura m., sehr schwach nämlich bei dem Blüthenexemplare, Spruce n. 1964, beträchtlich dagegen bei dem Fruchtexemplare, Spruce n. 1069. Es lässt das auf ein Fortschreiten des Verschleimungsprocesses mit der Functionsdauer des Blattes schliessen.

Was die Charakteristik dieser Art betrifft, so ist dieselbe eigentlich schon in ihrem Namen gegeben, in dem darin enthaltenen Hinweise auf den in grossem Bogen erst in seitlicher Richtung, dann nach aufwärts gehenden Verlauf der Seitennerven des Blattes. Dem

mag, was übrigens zum Theile schon aus ihrer bisherigen Verbindung mit A. falcata zu entnehmen ist, hinzugefügt sein, dass sie wie A. falcata selbst zu den Arten mit scheinbar gegenständigen Blättern gehört und traubenförmige Inflorescenzen besitzt, an denen die 3—4 mm langen (unverzweigten) Blüthenstiele über der Mitte mit zwei sterilen Bracteolen besetzt sind. Das Blatt ist derber als bei A. falcata und (im getrockneten Zustande) beiderseits matt graubraun.

Den drei hier der Gattung Alsodeia zugeführten neuen Arten, A. Japurana, camptoneura und petiolaris sei endlich als wenigstens dem Namen nach neue Art unter der Bezeichnung A. assamica auch noch die Pflanze an die Seite gestellt, welche Hooker fil. und Thomson A. racemosa genannt haben (sieh Fl. Brit. Ind. I, p. 187), ohne auf die ältere A. racemosa Mart. & Zucc. zu achten. —

Gelegentlich der eben berichteten Orientirung über verschiedene Alsodeia-Arten wurde ich, wie als Ergänzung zu meinen im Jahre 1889 in diesen Sitzungsberichten mitgetheilten Studien über gewisse Theophrasteen hier beigefügt sein mag, darauf aufmerksam, dass die im Münchener Herbare damals vermisste Clavija sparsifolia Miq. (sieh a. a. O. p. 258, „ad 13") ihren Platz in der Violarieen-Gattung Leonia als L. glycycarpa R. & P. (nach Eichler Fl. bras. XIII, 1, 1871, p. 392) gefunden hat. Es ist diese Art sohin an der erwähnten Stelle zu streichen.

Ausserdem seien zur Vervollständigung derselben Mittheilung über die Theophrasteen noch folgende Punkte erwähnt:

1) In dem Herbarium Delessert habe ich im Herbste 1889 Blatt und Inflorescenzen einer Theophrasta kennen gelernt, deren entfaltete Blüthen ganz der Zeichnung von Plumier für Theophrasta americana entsprechen, welche sich aber von den Blüthen des auf eben diese Art bezogenen Exemplares von Bertero anfänglich durch kürzere und an den Blüthenstielen bis nahe unter die Blüthe hinaufgerückte Bracteen zu unterscheiden schienen. Die wiederholte Untersuchung liess aber auch bei dem Exemplare von Bertero wahrnehmen, dass an den oberen Blüthen die Bracteen ebenfalls recaulescirt sind und hier wie dort leicht für Bracteolen angesehen werden können. Es macht mir das wahrscheinlich, dass die von Decaisne für seine Theophrasta fusca, worauf ich schon a. a. O., p. 243, 244 und 249 das Augenmerk hingelenkt habe, ohne Erwähnung von Bracteen beschriebenen Bracteolen nichts anderes als ebenfalls recaulescirte Bracteen waren, und das bestärkt mich in der a. a. O. schon

ausgesprochenen Vermuthung, dass die Decaisne'sche Pflanze überhaupt kaum etwas von Theophrasta americana Verschiedenes sei.

2) In dem Herbarium De Candolle habe ich nochmal die Theile der a. a. O. p. 248 erwähnten Pflanze des Horticultural-Society-Gartens zu London zu sehen Gelegenheit gehabt, welche ich damals eher auf Theophrasta densiflora Decaisne als auf Theophrasta Jussiaei Lindl. zu beziehen geneigt war, mit Rücksicht darauf, dass an dem Stiele einer betreffenden Blüthe die bei Theophrasta Jussiaei in der Mitte des Blüthenstieles nach Beschreibung und Zeichnung von Lindley (sieh a. a. O. p. 245) vorhandene Bracteole nicht wahrzunehmen war. Es war das aber, wie sich nunmehr ersehen liess, eine Blüthe, deren Stiel nicht vollständig, sondern vielmehr gerade über dem vermissten Hochblatte abgebrochen war, und es ist sohin die betreffende Pflanze wohl zweifellos als zu Theophrasta Jussiaei gehörig zu betrachten und der betreffende Absatz der schon angeführten Seite 248 von dem Worte „und" in der vierten Zeile an zu streichen. Leider liegt mir entsprechendes Material im Augenblicke nicht vor, um die Frage zu beantworten, ob es sich etwa auch hier, wie bei den oberen Blüthen von Theophrasta americana, statt um eine Bracteole, um eine recaulescirte Bractee handle; wahrscheinlich aber ist das in hohem Masse.

3) In dem Herbarium Barbey habe ich die von Grisebach, Cat. Pl. Cub. p. 163 als Theophrasta americana Sw. aufgeführte Pflanze von Wright no. 2916 kennen gelernt, welcher Grisebach die Bemerkung beigefügt hat: „pedunculis unifloris lateralibus, nec racemosis, a descriptione Miq. recedit", und in welcher sich sohin, wie ich a. a. O. p. 244, Anmerkung, ausgesprochen habe, eher eine Deherainia, als eine Theophrasta vermuthen liess. Die Autopsie der Pflanze führt mich nunmehr zu der Annahme, dass dieselbe eine neue Art der Gattung Theophrasta sei, welche ich Th. cubensis nennen will, und die sich, wie es scheint, durch sehr niedere, an den vorliegenden Exemplaren nur 5 cm lange Stämmchen auszeichnet, durch höchstens 1,5 cm lange sehr armblüthige, respective auf die Endblüthe reducirte, an der Basis mit ein paar dornartigen kurzen Blattorganen besetzte (weibliche) Inflorescenzen (die männlichen fehlen) und durch eine lockerere Stellung der die Gefässbündel verdeckenden Sklerenchymfasern unter der Epidermis des Blattes als sonst. Das mit einem 0,5—0,8 mm langen Blattstiele versehene Blatt ist viel weniger derb als bei Theophrasta americana, papierartig dünn, übrigens wie bei jener Art reichlich dornig gezähnt, nur 16—20 cm lang und 4—5 cm breit. Die Kelchblätter

erscheinen wie nervenlos, da den in gleicher Zahl wie bei Theophrasta americana sie durchziehenden Gefässbündeln der Hartbast fehlt, welcher bei Theophrasta americana stark entwickelt ist und die Nerven in Form von 5—7 erhabenen Streifen äusserlich hervortreten lässt. Die Frucht, von der Grösse einer starken Erbse, ist mit einem Anfluge eines kurzen rostbraunen Filzes versehen, der an der reifen Frucht dichter erscheint als an der unreifen und von meist gegliederten Haaren mit zwiebelig erweiterter Basalzelle gebildet wird.

4) In Betreff der an der gleichen Stelle (p. 365—371) betrachteten, von den Theophrasteen zu den Sapotaceen verbrachten Gattung Reptonia (Edgeworthia Griff.) mag hier hinsichtlich der p. 270 erwähnten, für eine Sapotacee etwas befremdlichen Angabe über das Vorhandensein eines ruminirten Sameneiweisses auf die damals mir unbekannt gewesene Darstellung von Griffith hingewiesen sein (sieh Edgeworthia in Griffith Posth. Pap., Notulae IV, 1854, p. 295, Icon. t. 498), nach welcher die Sache wohl in Richtigkeit zu sein scheint.

5) Hinsichtlich der in der gleichen Abhandlung p. 275—277 in Betracht gezogenen Gattungen Goetzea Wydl. und Espadaea Rich. endlich sei hier nachträglich eine Bemerkung von A. De Candolle in dem Bull. Soc. bot. d. France III, 1856, p. 348 in Erwähnung gebracht unter auf Autopsie beruhender Bestätigung der Angabe, dass eine von Wydler selbst auf seine Goetzea elegans bezogene Pflanze des Herbarium De Candolle aus Cuba, nämlich Ramon de la Sagra, no. 528, vielmehr zu Espadaea amoena A. Rich. gehöre. Eben dahin gehört auch die im Herbarium De Candolle befindliche Pflanze der Sammlung von Linden, no. 1801 aus Cuba („environs de Saltadore" m. Maj., 1844, flor.), welche wohl identisch ist mit der von Linden, wie A. De Candolle erwähnt, in den Garten von Gent eingeführten, von Lemaire (in Jardin Fleuriste, IV, Misc., p. 76, 77 cum fig.) unter dem (in Bentham & Hooker Gen. II, p. 1148 als Synonym von Espadaea bereits erwähnten) Namen Armeniastrum (apiculatum) veröffentlichten und von diesen Autoren, wie später von Bentham und Hooker, als Verbenacee angesehenen Pflanze. Auf die auch von A. De Candolle schon vermutheten Irrthümer in der Darstellung von Goetzea bei Wydler brauche ich hier nicht mehr zurückzukommen. —

Ich nehme schliesslich in dieser Einschaltung Gelegenheit, auch zu ein paar früher in diesen Sitzungsberichten gemachten Mittheilungen

— einerseits die Familie der Capparideen (1884, 87), andererseits die Familie der Connaraceen (1886) betreffend — entsprechende Ergänzungen nach seitdem möglich gewordenen weiteren Beobachtungen beizubringen.

Was die Capparideen betrifft, so hat nämlich die schon in meiner ersten (1884) und noch ausdrücklicher in meiner zweiten Mittheilung über gewisse Capparis-Arten (1887) ausgesprochene Vermuthung, dass Capparis longifolia Sw. nicht eine selbständige Art, sondern nur eine Form der Capparis jamaicensis Jacq. sein möchte, ihre volle Bestätigung erhalten durch die von Sintenis auf Porto-Rico gesammelten und von Herrn Direktor Urban mir gütigst zur Einsichtnahme mitgetheilten Exemplare von Capparis jamaicensis, an welchen die unteren Blätter lang und schmal sind, wie die der Capparis longifolia Sw., während die oberen an demselben Exemplare die gewöhnliche Form der Blätter von Capparis jamaicensis besitzen. Darnach ist auch die unter dem Namen Capparis neriifolia von mir erwähnte Pflanze des Münchener Gartens wohl ebenfalls nur als eine der „forma longifolia" nahe stehende Form der Capparis jamaicensis zu betrachten, wie es p. 412 der zweiten Mittheilung (1887) fragweise schon geschehen ist („forma 6. neriifolia").

Was die Connaraceen betrifft, so habe ich als Resultat wiederholt von mir vorgenommener Nachforschungen und Untersuchungen in dem Herbarium De Candolle zunächst mitzutheilen, dass ich das früher, brieflichen Nachrichten gemäss, dortselbst vermisst gewesene Original des Connarus pubescens DC., d. i. Rourea pubescens m. (sieh diese Sitzungsberichte 1886, p. 367, nebst Anmerkung, und p. 371), in dem neben dem Herbarium Prodromi bestehenden, sogenannten zweiten Herbare De Candolle's wieder aufgefunden habe, und dass dasselbe als vollständig meiner Auffassung an der schon erwähnten Stelle (Sitzungsberichte 1886, p. 367 etc.) entsprechend sich erwiesen hat. Dasselbe ist identisch mit den schon damals von mir darauf bezogenen Materialien aus Französisch-Guiana, welche damit zusammen eine mit Rourea frutescens Aubl. nahe verwandte, aber sicher davon verschiedene Art der gleichen Gattung darstellen, die am angeführten Orte (Sitzungsberichte, 1886, p. 367, 371) nämlich unter Beifügung des Synonymes „Connarus pubescens DC." als Rourea pubescens bezeichnete und näher charakterisirte Art.

Ueber Connarus fasciculatus Planch. (Omphalobium fasciculatum DC.), welche Art De Candolle (1825) nach einer blatt- und blüthenlosen Pflanze des Pariser Museums aufgestellt hat, und

welche Baker in der Flor. bras. XIV, 2 (1871) p. 191 fragweise als Synonym zu Connarus erianthus Benth. gebracht hat, sei bemerkt, dass im Herbarium Prodromi nur die isolirte Frucht der Pflanze vorhanden ist, aus deren Untersuchung sich aber doch so viel ergab, dass die Pflanze immerhin als verschieden von Connarus erianthus Benth. anzusehen sein dürfte und dass sie weiter sicher verschieden ist von dem durch mich ihr als neue verwandte Art an die Seite gesetzten Connarus pachyneurus (Sitzungsberichte 1886, p. 362, 365).

Wichtiger ist, dass sich nach dem Inhalte des Herbarium Prodromi eine irrthümliche Anschauung Baker's bezüglich Connarus Patrisii Planch. (Omphalobium Patrisii DC.) herausgestellt hat, welche auch auf meine Zusammenstellung der americanischen Connarus-Arten von Einfluss gewesen ist. All das, was Baker (in der Flor. bras. XIV, 2, 1871, p. 189, 190) auf Connarus Patrisii bezogen und unter diesem Namen abgebildet hat (l. c. tab. 45 fig. 1), ist, natürlich abgesehen von der Originalpflanze von Patris, weit davon verschieden und gehört vielmehr zu Connarus punctatus Planch., welche Art Baker mit Connarus Patrisii vereinigen und in die Synonymie derselben einstellen zu müssen geglaubt hat. Dagegen fällt mit Connarus Patrisii Planch., welche zu den Arten mit ästigen, gegliederten, sympodialen Haaren gehört, die Pflanze von Sagot, n. 238, zusammen, welche Baker unter dem Namen Connarus confertiflorus als eine neue Art betrachtet hat. An die Stelle dieses Namens, welcher nun in die Synonymie von Connarus Patrisii Planch. zurücktritt, ist sohin in meiner Zusammenstellung a. a. O. p. 362 n. 23 die Bezeichnung Connarus Patrisii (non Baker) Planch. zu setzen. Dabei mag zur genaueren Präcisirung den Worten „endocarpium glabrum" hinzugefügt sein: „nec nisi glandulis parcis longe stipitatis, stipite articulato, obsitum." Hieher gehören, ausser dem Originale von Patris im Herbarium Prodromi, Exemplare von Perrottet (Guiana, ao. 1820, ibid.), wie jenes Original im Fruchtzustande befindlich, dann die von mir schon früher (a. a. O. p. 362 unter Connarus confertiflorus Baker) erwähnte, mit Blüthen versehene Pflanze von L. Cl. Richard aus Guiana mit dem Vulgärnamen „Pariki" im Herbarium Franqueville und das ebenfalls schon früher (a. a. O.) erwähnte, nur aus Blatt und Frucht bestehende Exemplar von Ryan und Rohr, ohne Standortsangabe, im Herbarium Hafniense; ferner die oben bezeichnete Grundlage von Connarus confertiflorus Baker aus der Sammlung von Sagot, n. 238 (Guiana), welche ich zwar nicht selbst

gesehen habe, welche aber durch die von Sagot (in Ann. sc. nat., 6. sér., XIII, 1882, p. 296) hervorgehobene viergliederige Blüthe keinen Zweifel lässt über ihre Identität mit der von Richard herrührenden Pflanze, wenn auch Sagot einen anderen (nach seiner Aussage auch sonst noch Bäumen mit harzigem Geruche zukommenden) Eingebornennamen anführt, nämlich „Aiaoua", welcher an den im Herbarium Richard für Toulicia guianensis Aubl. angeführten Namen „Ayoua" (sieh über Sapindus etc. 1878, p. 371) erinnert; endlich kommt dazu nach der Angabe von Sagot (a. a. O. p. 295), welcher die angeführten Materialien des Herbarium Prodromi zu sehen Gelegenheit hatte und desshalb Baker in der Vereinigung von Connarus Patrisii Planch. und Connarus punctatus Planch. nicht gefolgt ist, auch noch eine von Melinon am Maroni im Fruchtzustande gesammelte Pflanze. Dass Sagot die Hiehergehörigkeit der Nummer 238 seiner eigenen Sammlung, welche er noch unter dem Namen Connarus confertiflorus Baker aufführt, nicht erkannt hat, erklärt sich aus dem Umstande, dass seine Exemplare, wie er mittheilt, nur mit Blüthen versehen waren, die von Patris, Perottet und Melinon aber Fruchtexemplare sind, an welchen der Kelch abgefallen zu sein pflegt, und das wichtige Merkmal der Viergliederigkeit desselben somit kaum mehr aufzufinden ist. Die als Ersatz dafür erscheinenden anatomischen Merkmale aber waren für ihn wie Andere bisher ja so gut wie nicht vorhanden.

Für das von Baker irrthümlicher Weise auf Connarus Patrisii Planch. (Omphalobium Patrisii DC.) bezogene Material (sammt seiner Abbildung auf Taf. 45 der Fl. bras.) ist nun, die Zusammengehörigkeit desselben vorausgesetzt, die von ihm in die Synonymie verwiesene Bezeichnung Connarus punctatus Planch. nach dem Beispiele von Sagot a. a. O. wieder hervorzuholen, und diese Bezeichnung ist es somit, welche in meiner Zusammenstellung (a. a. O. p. 362) unter n. 15 statt des Namens „Connarus Patrisii Planch." einzusetzen ist. Die Grundlage des Connarus punctatus Planch. ist bekanntlich eine Pflanze der Sammlung von Hostmann n. 1146. Ich habe sie leider noch nicht zu Gesicht bekommen. Von den durch Baker als damit übereinstimmend bezeichneten Pflanzen von Martius, Martin, Sagot n. 201, Wullschlaegel n. 1317 und Schomburgk n. 804 habe ich die von Martius, Sagot und Schomburgk gesehen, welche alle ungleich zweiarmige Haare besitzen und Blättchen ohne Hypoderm von papierartig-membranöser Beschaffenheit, was die Unterbringung der Art, zu welcher sie gerechnet werden, an der erwähnten Stelle, unter n. 15 meiner Ueber-

sicht nämlich, als gerechtfertiget erscheinen lässt. In den Venenmaschen finden sich meist erst nach dem Anschneiden deutlich wahrnehmbare Secreträume mit durchscheinend braunrothem Harzinhalte, eine Punktirung des Blattes bedingend. Diese Punktirung hat, wie ich schon früher (a. a. O. p. 346) berichtet habe, auch Sagot für die Blättchen und die Cotyledonen, wie für die Blumenblätter hervorgehoben, während Planchon, den sie offenbar zur Wahl des betreffenden Art-Epithetons veranlasst hat, dieselben nur für die Blumenblätter erwähnt hat. Bei Connarus Patrisii Planch. (Omphalobium Patrisii DC., Connarus confertiflorus Baker) findet sich dieselbe (in den Blüthenexemplaren von L. Cl. Richard) nur in den Blättchen, wie ich ebenfalls schon früher (a. a. O. p. 345) angeführt habe. Die Früchte, welche mir von den Pflanzen von Martius und Sagot vorlagen, haben ausserordentlich grosse Aehnlichkeit mit denen von Connarus Patrisii Planch., und diese Aehnlichkeit ist wohl für Baker, der wahrscheinlich nur die Abbildung De Candolle's in den Mém. Soc. d'Hist. nat. Paris II, 1825, tab. 16 (rectius 20) hat in Vergleich ziehen können, die Veranlassung zu seiner Missnahme geworden; das Innere der Frucht aber ist deutlich verschieden durch eine ziemlich dichte Besetzung des Endocarpes mit sehr ungleich zweiarmigen, krausen Haaren, welche schon in dem Fruchtknoten sich finden, und durch das Fehlen der bei Connarus Patrisii Planch. vorhandenen gestielten Drüsen (resp. gegliederten Drüsenhaare). Derartige Verschiedenheit des Endocarpes ist, wie ich schon früher hervorgehoben habe (a. a. O. p. 358 und p. 362) für die Unterscheidung der Arten von wesentlichem Belange und um so mehr das, wenn sie, was aber nicht immer der Fall ist, schon zur Blüthezeit angedeutet ist. Ich werde desshalb meine Wahrnehmungen hierüber weiter unten zusammenstellen.

Eine Stellungsveränderung scheint der nur fragweise unter n. 14 eingefügte Connarus grandifolius Planch. erleiden zu müssen, wenigstens wenn die unter diesem Namen in der von Toepfer herausgegebenen Sammlung von Eggers enthaltene Pflanze n. 717 wirklich hieher gehört. Diese mir jetzt erst bekannt gewordene Pflanze besitzt nämlich ästige, gegliederte, sympodiale Haare und punktirte Blättchen ohne Hypoderm. Sie würde sohin wohl vor n. 23 meiner Uebersicht, d. i. Connarus Patrisii Planch. (C. confertiflorus Baker) einzureihen sein. Das in der (männlichen?) Blüthe noch nicht ganz geschlossene Fruchtblatt ist auf der Innenseite frei von Haargebilden, an den Rändern mit gegliederten

Drüsenhaaren besetzt. Ebensolche bedecken hier die Staubgefässe und die Blumenblätter.

Eine weitere Stellungsänderung wird der ebenfalls nur fragweise unter n. 20 aufgeführte Connarus haemorrhoeus Karsten zu erfahren haben, wenn die in jüngster Zeit erst mir zu Gesicht gekommene, fragweise von Hemsley auf diese Art bezogene Pflanze von Sutton Hayes n. 651 aus Panama wirklich zu derselben gehört. Bei dieser sind die einen dichten rostbraunen Filzüberzug der Inflorescenzzweige, wie der Aussen- und Innenfläche der (jungen) Frucht bildenden Haare von eigenthümlicher Gestalt, nicht sehr lang, dagegen weit und ungleichseitig, mit schiefer Insertion und dadurch noch einen Anklang an die ungleich zweiarmigen Haare anderer Arten zeigend. Die Blättchen sind punktirt (die Punkte aber erst nach dem Anschneiden sichtbar werdend, so dass sie Karsten, der die Blätter seiner Pflanze als „nicht punktirt" bezeichnet, leicht entgangen sein können), kahl und glatt, ohne Hypoderm, die Frucht mit einem Stiele versehen. All das würde die Pflanze in die Nähe von C. panamensis Griseb. und C. Turczaninowii Triana verweisen.

Ueber Connarus Perrottetii Planch. (Omphalobium Perrottetii DC.) bemerke ich nach dem Orginale des Herbarium Prodromi, dass das Endocarp (wie die Aussenseite der Frucht) reichlich mit ästigen Haaren besetzt ist, welche zwar längere Aeste, im übrigen aber denselben sympodialen Aufbau besitzen wie die Haare der Inflorescenzzweige und der Blätter; Drüsenhaare fehlen. Mit dem Originale stimmt völlig die im Blüthenzustande befindliche Pflanze der Sammlung von Hostmann n. 1052 überein, die schon von Baker hieher gebrachte Grundlage des Connarus floribundus Planch., mit spärlich punktirten Blumen- und Kelchblättern, von Drüsenhaaren besetzten Staubgefässen und auch innen behaartem Fruchtknoten, dessen Wandung hier (wie z. B. auch bei C. erianthus, C. Patrisii, C. incomptus), abweichend von anderen Arten (z. B. C. Blanchetii, C. punctatus, C. cymosus, C. suberosus), frei ist von harzführenden Secreträumen, aber zahlreiche Nester von krystallführenden Zellen birgt (welche übrigens auch neben Secreträumen bei C. cymosus und suberosus und besonders bei der fragweise auf C. grandifolius bezogenen Pflanze von Eggers sich finden). Die früher von mir (a. a. O. p. 359) unter dieser Art erwähnte Pflanze von Martius mit schmäleren und länger zugespitzten Blättchen, scheint als eine var. angustifolia, wie schon früher geschehen, mit allem Grunde angesehen werden zu können. Gewisse Unterschiede in den Blüthen scheinen sich daraus erklären zu lassen, dass

dieselben hier männlich sind: so die Kahlheit des Fruchtknotens im Inneren und der schon früher (a. a. O. p. 345) erwähnte Mangel einer Punktirung der Blüthentheile. Die Staubgefässe sind wie bei Hostmann n. 1052 mit Drüsenhaaren besetzt. Die Fruchtknotenwandung weist, wie dort, keine harzführenden Secreträume, wohl aber Nester von Krystallzellen auf.

Bezüglich Connarus incomptus Planch. sei nur hervorgehoben, dass für die Stellung, welche ich dieser Art, ohne auf eigene Untersuchung mich stützen zu können, gegeben habe, nach dem Verhalten der jetzt mir bekannt gewordenen, die Grundlage derselben bildenden Pflanze von Schomburgk, n. 827, welche übrigens nur Blüthen besitzt, eine Aenderung sich nicht ergibt, und in allen wesentlichen Stücken eine grosse Uebereinstimmung mit C. Perrottetii zu erkennen ist: so in dem sympodialen Aufbaue der Haare, der Punktirung der Blättchen, spärlicher Punktirung der Blüthentheile, Besetzung der Staubgefässe mit Drüsenhaaren, welchen auch ästige beigesellt sind, (spärlicher) Behaarung der Fruchtknotenhöhlung, endlich in dem Fehlen von Secreträumen und Auftreten von (spärlichen) Krystallzellgruppen in der Fruchtknotenwandung.

Als inzwischen neu aufgestellte Art ist namhaft zu machen Connarus Pottsii Watson (Proceed. Am. Acad. XXI, 1886, p. 463). Sie scheint in die Nähe von Connarus panamensis Griseb., vielleicht unmittelbar hinter Connarus ruber Planch. ihren Platz finden zu können. Watson gibt dafür an: „Foliola 3, thin coriaceous, glabrous, short-acuminate; affin. C. Turczaninowii Triana" (wie es statt „Hemsley" hier und bei Hemsley in der Biol. Centr.-Am. heissen sollte). Die weitere Bemerkung: „Said to be used as a poison for dogs" erinnert an Canicidia rostrata Vell. IV t. 139, d. i. Connarus cymosus Planch. nach Baker (welche Deutung jedenfalls den Vorzug verdient vor der Beziehung auf eine Rourea in Benth. Hook. Gen. und Baillon, Hist.), wie an Bernardinia fluminensis Planch. mit dem von Baker in der Flor. bras. angeführten Vulgär-Namen „Mata Cachorro" (d. i. Hundstod).

Nachzutragen ist Connarus reticulatus Griseb. (Cat. Pl. Cub., 1866, p. 84), welcher nach der Bemerkung von Grisebach „affinis videtur C. favoso Planch." neben diesem in meiner Uebersicht Platz finden mag.

Eine auch in der Flor. bras. unbeachtet gebliebene Pflanze ist Omphalobium comans Casar. (Decad., X, 1845, p. 84), welche übrigens gemäss der von Casaretto angegebenen Fünfzahl der Pistille nicht zu Connarus gehören kann. Alles in allem genom-

men scheint sie noch am ehesten auf Bernardinia fluminensis Planch. bezogen werden zu können, obwohl die Blättchen bei dieser nicht gerade, wie Casaretto für seine Pflanze angibt, „lang acuminirt" sind, wenigstens nicht in der Darstellung von Baker.

Wegen der gleichen Fünfzahl der Karpelle scheint auch, wie nebenbei bemerkt sein mag, die von Baker auf t. 45 Figur 2 unter der Bezeichnung Connarus suberosus Planch. dargestellte Blüthe nicht recht gezeichnet oder nicht recht bezeichnet zu sein. Ich wiederhole den Angaben der Autoren gegenüber, was ich schon früher (a. a. O. p. 355, 357) hervorgehoben habe, dass ich bei allen echten Connarus-Arten — und so auch bei C. suberosus (coll. Regnell III, n. 396) — stets nur ein Pistill gefunden habe, und so stellt es auch Baker im übrigen für die echten Connarus-Arten, also abgesehen von seinem Connarus fecundus, d. i. Pseudoconnarus fecundus m., dar. Auch De Candolle schreibt den echten Connarus- oder, wie er sie nennt, Omphalobium-Arten, die er den später zu Agelaea verbrachten Arten gegenüber in eine besondere Section zusammenfasst, nur ein Pistill zu (sieh Mem. Soc. d'Hist. nat. Paris, II, 1825, p. 388 und Prodr. II, 1825, p. 85). Und wenn der sonst so genaue Planchon, welchem Pseudoconnarus fecundus unbekannt war, für Connarus angibt: „Ovarium fertile unicum (quatuor abortiva vix conspicua)", so scheint mir das, wenn ich so sagen darf, aus einer Uebergenauigkeit desselben erklärt werden zu müssen. Es scheint mir nämlich sehr wahrscheinlich, dass diese „kaum sichtbaren Ovarien" nichts anderes sind, als die nach Hinwegnahme des einzigen Pistilles häufig als kleine, braune Erhabenheiten sichtbar werdenden Harzdrüsen des Blüthenbodens, wie sie z. B. bei Connarus punctatus in auffälliger Grösse (wie auch in der Wandung des Fruchtknotens) sich finden. Uebrigens habe ich meine Untersuchungen nicht auf alle Arten von Connarus ausdehnen können und Ausnahmen sind ja wohl denkbar, wahrscheinlich aber sind sie mir nicht.

Es bleiben mir bezüglich Connarus noch einige Worte über die Behaarung oder Kahlheit des Endocarpes zu sagen übrig. Dieses Verhältniss scheint, wie ich schon früher hervorhob (a. a. O. p. 358), von erheblichem Belange für die Unterscheidung der Arten, wurde aber bisher fast von allen Autoren vernachlässiget. Nur einmal erwähnt Planchon dasselbe, bei Connarus favosus Planch. („folliculo .... intus pilosulo"), und Baker nur in zwei Fällen: für Connarus erianthus Benth. („folliculi .... intus more Cnestidis pubescentes") und für C. suberosus Planch. („folliculi .... intus

glabri"). Es ist dieses Verhältniss um so wichtiger, als sich hier dieselbe Verschiedenheit der Haare findet wie sonst an der Pflanze, das eine Mal nämlich mehr oder minder ungleich zweiarmige oder wenigstens mit seitlich an der Basis befindlicher Ansatzstelle versehene Haare, das andere Mal verästelte Haare und unter diesen wieder solche mit sympodialem Aufbaue, endlich bei dem im allgemeinen als kahl erscheinenden Endocarpe vereinzelte, längere oder kürzere Drüsenhaare mit gegliedertem Stiele, und zwar letztere sowohl in der Abtheilung der Arten mit im allgemeinen zweiarmigen Haaren als in jener mit ästigen Haaren. Ein vollständiges Fehlen von Haargebilden habe ich bisher in keiner Frucht beobachtet. Zugleich sind in manchen Fällen schon im Fruchtknoten diese Haargebilde nachzuweisen, namentlich in den weiblichen Blüthen, wie es scheint, während sie in den männlichen Blüthen vermisst werden. Ich will als einen Anfang zur Erfassung dieses Verhältnisses im Folgenden meine Wahrnehmungen hierüber, die sich aber im allgemeinen nur auf die mit mehr oder weniger weit ausgebildeten Früchten mir vorliegenden Arten erstrecken, übersichtlich zusammenstellen.

Ungleich-zweiarmige oder einarmige, resp. nur etwas schief ansitzende und mehr oder weniger ungleichseitige Haare fand ich auf dem Endocarpe bei der Originalpflanze von Connarus guianensis Lamb. im Herbarium Prodromi, bei C. panamensis Griseb. (von Grisebach selbst bestimmte Pflanze von Moritz Wagner), bei einer im Münchener Herbare als C. marginatus Planch. bezeichneten Pflanze von Riedel, n. 22, (sehr spärlich) bei einer ebendort als C. Beyrichii Planch. bestimmten Pflanze von Regnell, III, n. 395, bei den schon oben erwähnten Fruchtexemplaren des C. punctatus Planch. von Martius und von Sagot n. 201, und hier auch reichlich im Fruchtknoten (der weiblichen Blüthe), bei C. cymosus Planch., Pflanze von Martius, und hier spärlich auch im Fruchtknoten der weiblichen Blüthe, gar nicht aber in den anscheinend männlichen Blüthen, endlich bei der als fraglicher C. haemorrhoeus Karsten im Vorausgehenden erwähnten Pflanze von Hayes n. 651 als sehr dichten Besatz, von dem übrigens der Fruchtknoten (männlicher? Blüthen) keine Spur erkennen liess.

Aestige Wollhaare zeigte das Endocarp von Connarus pachyneurus m. und C. erianthus Benth. (von Baker bestimmte Pflanze von Martius), wie schon früher angegeben (a. a. O. p. 365), nicht aber auch das Innere des Fruchtknotens bei der letzteren Pflanze (Exemplar von Spruce n. 794); bei C. fasciculatus Planch. waren nur mehr zweifelhafte Reste früherer Haargebilde aufzufinden.

Aestige sympodiale Haare finden sich reichlich auf dem Endocarpe von Connarus Perrottetii (Original des Herbarium Prodromi) und nicht minder im Inneren des Fruchtknotens weiblicher Blüthen (Pflanze von Hostmann n. 1052), hier die Samenknospen umhüllend und anscheinend abgelöst von der Fruchtwand; nicht aber im Fruchtknoten der von Martius gesammelten var. angustifolia m. mit männlichen Blüthen.

Ein im allgemeinen kahles oder nur mit zerstreuten Drüsenhaaren besetztes Endocarp beobachtete ich bei Connarus Blanchetii Planch., Martius Hb. Fl. bras. n. 1266, dessen kaum zur Hälfte ausgereifte Früchte auch nach innen vorspringende, harzerfüllte Secreträume schon unter der Loupe erkennen liessen; bei C. suberosus Planch., Regnell III n. 396, im eben sich vergrössernden Fruchtknoten; bei C. fulvus Planch., von Baker bestimmte Pflanze von Martius, deren Fruchtknoten aber Drüsenhaare noch nicht wahrnehmen liess; bei C. Patrisii Planch. (non Baker), Originalpflanze des Herbarium Prodromi von Patris, ebendort befindliche Pflanze von Perrottet und Pflanze von Ryan und Rohr.

Angeschlossen darf hier vielleicht auch C. grandifolius Planch.?, Eggers n. 717 werden, mit zwar nicht im Inneren des Fruchtknotens, wohl aber an den zur Naht sich zusammenschliessenden Rändern desselben beobachteten Drüsenhaaren, welche ein späteres Auftreten derselben auch im Inneren der Frucht als wahrscheinlich erscheinen lassen.

Was als Ergänzung meiner Mittheilungen über die Gattung Rourea, abgesehen von dem oben (p. 190) über R. pubescens m. schon Gesagten beizufügen ist, so habe ich nunmehr die Originalien von Rourea revoluta Planch. (Schomburgk n. 126) und R. surinamensis Miq. (Kappler n. 1969) kennen gelernt und ersehe daraus, dass die nicht auf Autopsie gestützte Auffassung der ersteren Art bei Sagot eine irrige ist und dass die nahe Beziehung, welche er zwischen diesen beiden Arten hervorhob und in deren Betonung ich ihm, veranlasst durch die gleich weiter zu besprechenden Materialien, folgte, nicht vorhanden ist. Es scheint das, was Sagot unter Rourea revoluta Planch. verstanden hat, vielmehr die Rourea frutescens Aubl. zu sein und das, was er unter diesem letzteren Namen anführt, mit meiner Rourea pubescens zusammenzufallen. Doch das mag auf sich beruhen. Denn aus den Angaben der Autoren herausfinden zu wollen, welche von diesen beiden Pflanzen sie, oder ob sie beide unter Rourea frutescens Aubl. verstanden haben, oder von beiden Verschiedenes, das wäre ein unfruchtbares Beginnen.

Auch will ich auf Rourea frutescens Aubl. und R. pubescens m. nicht mehr zurückkommen, nachdem ich schon oben (p. 190) angeführt, dass meine der letzteren Art zu Grunde liegende Auffassung des De Candolle'schen „Connarus pubescens" bei der Wiederauffindung der betreffenden Originalpflanze sich als vollkommen gerechtfertiget erwiesen hat. Hier gilt es nur hervorzuheben, dass es Rourea surinamensis Miq. ist, und nicht die in meiner Uebersicht unter n. 9 damit fragweise zusammengestellte Rourea revoluta Planch., zu welcher die von mir unter dem letzteren Namen p. 368 aufgeführten und untersuchten Materialien gehören, während mir die echte Rourea revoluta Planch. überhaupt nicht vorgelegen hatte. Es ist somit dieser Name überall, wo diese Materialien gemeint sind (p. 368, 372 und 377) durch Rourea surinamensis Miq. zu ersetzen. Rourea revoluta Planch. aber erweist sich nach nunmehriger Untersuchung der betreffenden Originalpflanze (Schomburgk n. 126) als zu den Arten mit einschichtiger oder doch nahezu einschichtiger Epidermis der Blattoberseite gehörig und ist somit unter gleichzeitiger Berücksichtigung des kahlen, nur am Rande behaarten Kelches in die Nähe von Rourea discolor Baker, vielleicht nach dem Vorgange von Baker unmittelbar vor dieser in meiner Uebersicht p. 377 a. a. O. einzuschalten, mit dem Beisatze: „Foliola 5—7, subtus pruinosa et dense griseo-pubescentia pilis simplicibus brevibus mollibus patentibus, nec pilis rufescentibus adpresse puberula ut in Rourea pubescenti m., i. e. Connaro pubescenti DC., a Baker in Flor. bras. perperam — cum „?" — ad Rouream revolutam Planch. citato. Leider kann ich über das Verhältniss der Pflanze zu Rourea discolor weiteres, als aus den Angaben von Baker ersichtlich ist, nicht beibringen, da mir die letztere Pflanze nicht zur Vergleichung zu Gebote steht. Aber zur Unterscheidung von Rourea pubescens m., mit welcher Rourea revoluta Planch. (wie auch Rourea discolor nach Baker's Angabe) das unterseits wie bereift aussehende Blatt theilt, will ich noch hervorheben, dass ausser durch einen Wachsüberzug dieses Aussehen bei Rourea revoluta auch durch eine schwach aber deutlich papillöse Entwicklung der Epidermiszellen bedingt und verstärkt wird, welche ich bei Rourea pubescens nicht wahrgenommen habe. Durch diese beträchtliche sogenannte Bereifung und durch die fast filzige Behaarung des Blattes sieht man sich unwillkürlich an die von Aublet für seine Rourea frutescens gebrauchten Worte „Foliola ..... inferne tomentosa, albicantia" erinnert, und wenn ich früher schon (a. a. O. p. 369) bei Aublet eine Vermengung der von mir als Rourea frutescens

Aubl., Rourea pubescens m. und Rourea spadicea m. unterschiedenen Arten angenommen habe, so scheint mir jetzt auch ein Hereinspielen von Rourea revoluta in diese Vermengung nicht ausgeschlossen zu sein. Die eine Pflanze mag dann mehr in den Worten, die andere mehr in der Zeichnung von Aublet berücksichtiget worden sein, welche letztere mir für die Interpretirung desselben als das ausschlaggebende Document erscheint. Vielleicht sind weitere Documente hierfür im Britischen Museum zu finden unter den dort aufbewahrten Pflanzen Aublet's.

Ueber die noch mehr als Rourea revoluta Planch. durch einen zurückgerollten Blattrand ausgezeichnete Rourea surinamensis Miq., die meines Wissens bisher nur durch das, was Sagot über sie mitgetheilt hat, einigermassen definirt ist, habe ich dem von meiner Seite früher Beigebrachten nichts Wesentliches hinzuzufügen.

Noch nicht publicirt ist meines Wissens eine in der Sammlung von Schomburgk unter n. 679 enthaltene Art, welche ich Rourea subtriplinervis nennen will, und welche sich zunächst an R. induta Planch. anzuschliessen scheint. Sie ist ausgezeichnet durch das Vorkommen von Sklerenchymfasern im Mesophylle, durch eine stark papillöse Epidermis an der Blattunterseite und eine Einmengung von kurzen, dicken, gegliederten Drüsenhaaren in das Indument von Blatt und Kelch, mit wenigzelligen, von einem dicken Cuticular- und Wachsüberzuge bedeckten Köpfchen. Die Blätter sind gedreit; die Blüthen klein. Daraus ergibt sich in Verbindung mit den durch Namen und Stellung der Pflanze schon angedeuteten Verhältnissen folgende Charakteristik:

Rourea subtriplinervis m.: Folia trifoliolata; foliola lateralia ovata, terminalia ovalia, obtusa vel breviter acuminata, 4—5 cm longa, 2,2—2,8 cm lata, subtriplinervia retique venarum supra prominulo notata, supra subtusque pilis quasi 1-brachiatis glandulisque adspersa, nec non subtus rufescenti-papillosa indeque opaca, epidermide (superiore) simplici mucigera; flores 1,5 mm vix superantes, pedicellis aequilongis tomentellis stipitati; sepala tomentella glandulisque obsita; petala glabra. — Guiana anglica: Schomburgk n. 679! —

Was die anatomische Charakteristik der Sapindaceen betrifft, so mag das zur Erläuterung und Ergänzung des oben, p. 173, Gesagten Dienliche, einerseits auf die Familie, andererseits auf besondere Gattungsgruppen und

deren Glieder sich beziehend, erst nach der den Abschnitt VII bildenden Betrachtung dieser Gruppen in einem besonderen Abschnitte VIII seinen Platz finden, um Wiederholungen zu vermeiden.

Irrthümliche oder doch unklare Angaben, welche leicht zu irrthümlichen Auffassungen führen können, finden sich, was die wesentlichen Charaktere der Sapindaceen betrifft, namentlich hinsichtlich des Discus, der z. B. bei Alectryon nach der Angabe in Bentham & Hooker Genera: „Stamina 5—8 centrica, sinubus profundis disci externe inserta", wovon schon eben unter Aitonia (p. 153) die Rede war, den letzteren Worten gemäss (entgegen dem schon p. 174 angeführten Sachverhalte) als ein discus intrastaminalis erscheinen müsste. Darnach konnte dann allerdings, indem hierin eine Uebereinstimmung mit den oben ausgeschlossenen Gattungen Ptaeroxylon, Alvaradoa und Aitonia, mit wirklich intrastaminalem Discus (bezüglich dessen es für Ptaeroxylon bei Baillon irrthümlich heisst: filamentis disco 4-crenato interioribus) gesehen wurde, aus diesen Gattungen in Verbindung mit Dodonaea eine Tribus der Dodonaeae gebildet werden, für welche von Hooker in den Genera sowohl als in dessen Aufsatz über Melianthus Trimenianus etc., Journ. Bot. XI, 1873, p. 355 als Charakteristikum hervorgehoben wurde, dass die Staubgefässe ausserhalb des Discus oder in Buchten seines Randes inserirt seien. Aber es sind das nicht wirklich Buchten des Randes, weder des äusseren noch des inneren Randes, sondern Vertiefungen der Oberfläche hart an dem inneren Rande, in deren Tiefe die Staubgefässe so inserirt sind, dass man sie als an der äusseren Seite der die Vertiefungen nach innen abschliessenden Discustheile befestiget bezeichnen kann. Dass diese Theile nur aus einer polsterförmigen Anschwellung des Discus hervorgehen, ist schon oben, p. 174, berührt worden. Im Uebrigen erscheint

der Discus hier ebenfalls als extrastaminaler, wie bei allen Nephelieen, zu welchen Alectryon der natürlichen Verwandtschaft nach zu rechnen ist trotz des spiraligen Embryo, welcher seit De Candolle dazu veranlasst hat, die Gattung den Dodonaeeen einzuverleiben.

Auch die Ausdrucksweise von Baillon unter Alectryon „Stamina 5—8, filamentis inter lobos disci crassi insertis eoque basi circumcinctis" lässt die extrastaminale Beschaffenheit des Discus nicht deutlich erkennen und deutet durch nichts an, dass die hier „Lappen" genannten Theile nicht seitliche Vorsprünge sind, sondern die Anschwellungen des Discus zwischen den mit ihrer Basis in ihn, hart an seinem inneren Rande, eingesenkten Staubgefässen.

Irrig sind ferner nicht selten auch die Angaben über die Zahl der Staubgefässe. So bei Baillon für Paullinia die Angabe: „Stamina 8, v. rarius 9—15". Die letztere Ziffer ist wohl nur aus der Herübernahme von Enourea mit der unrichtigen Zahl 13 bei Aublet entstanden.

Weiter ist zu den oben (p. 173) angegebenen Charakteren der Familie zu bemerken, dass die Campylotropie der Samenknospen und die daraus hervorgehende Campylospermie, die übrigens allerdings, wie die damit zusammenhängende Krümmung des Embryo, mehr oder minder verdeckt oder verwischt erscheinen kann, bisher nicht genügend beachtet worden ist. Und doch ist dieselbe ihres allgemeinen Vorkommens halber von solchem Belange, dass sich dreist aussprechen lässt: Pflanzen, welche rein anatrope Samenknospen besitzen, wie die Staphyleaceen und Melianthaceen, können schon um desswillen keine Sapindaceen sein.

Die hier auftretenden eigenthümlichen Verhältnisse verdienen eine etwas nähere Betrachtung, wobei ich, um die Angaben möglichst übersichtlich gestalten zu können, nur auf die Gattungen mit einzeln in den Fruchtfächern

stehenden, aufrechten, apotropen Samenknospen Rücksicht nehmen will.

Die Krümmung der Samenknospe betrifft nämlich eigenthümlicher Weise bei den Sapindaceen nicht selten hauptsächlich nur das sehr verjüngte schnabelförmige Micropyle-Ende (die organische Spitze der Samenknospe), welches durch die Krümmung dem übrigen Körper der Samenknospe dicht angeschmiegt erscheint. Dasselbe kann nun mit der seine Spitze einnehmenden Micropyle in Hinsicht auf den Anheftungspunkt der Samenknospe eine sehr verschiedene Lage besitzen, und das, sowie die stärkere oder schwächere Ausbildung des ganzen Schnabeltheiles bedingt durch die daraus für die Entwicklung des Embryo sich ergebenden verschiedenen Raumverhältnisse wesentlich mit die verschiedene Gestaltung des Embryo, der mit seinem Würzelchen stets diese schnabelförmige, bei stärkerer Entwicklung im reifen Samen wie eine Tasche oder Falte der Testa erscheinende Spitze ausfüllt.

Diese Spitze kann — an der Samenknospe, wie im reifen Samen — dicht neben dem Anheftungspunkte (Nabel) liegen oder von demselben an der äusseren Seite (der Rückenseite) des Samens (und des ihn bergenden Fruchtfaches) verschieden weit und bis zu einem diametral dem Nabel gegenüberliegenden Punkte, dem Scheitelpunkte (also der mathematischen Spitze) des Samens, ja selbst noch über den Scheitelpunkt hinaus bis auf die innere Seite (die Bauchseite) des Samens abgerückt sein.

Ist sie im erstgedachten Falle sehr kurz, so kann der Embryo nahezu gerade erscheinen, mit punktförmigem, an der Basis des Samens gelegenem Würzelchen, wie bei Erioglossum und Aphania (sieh über Sapindus etc. 1878, p. 240), bei Melicocca und Talisia, bei Euphoria und Litchi (sieh die Zeichnungen in Baillon Hist. d. Pl. V, p. 350), als Embryo subrectus orthotropus also.

Ist sie im zweiten Falle sehr kurz, so kann der wiederum fast gerade Embryo, dessen Krümmung bei starker Verkürzung des Würzelchens sich wesentlich nur in einer ungleichen Ausbildung seiner Cotyledonen mit von oben und aussen nach unten und innen tangential schief gelegener Berührungsfläche bemerkbar machen mag, mit dem Würzelchen gegen den Scheitelpunkt (die mathematische Spitze) des Samens, statt gegen dessen Basis (oder, was dasselbe ist, gegen dessen Anheftungspunkt) gerichtet sein — als Embryo subrectus antitropus —, was dann am deutlichsten hervortritt, wenn der Same nach der seinen Anheftungspunkt mit seinem Schnabeltheil verbindenden Geraden am stärksten gestreckt ist. Das ist z. B. in ganz hervorragender Weise der Fall bei der Gattung Nephelium, deren von den Autoren beliebte Vereinigung mit Euphoria und Litchi dadurch allein schon (und abgesehen von den noch weiter, besonders in der Arillusbildung, bestehenden Verschiedenheiten) ausgeschlossen ist. Ein solcher Same kann leicht als aus einer geraden (orthotropen) Samenknospe hervorgegangen angesehen werden. So scheint es auch von Griffith angesehen worden zu sein, welcher übrigens immerhin zuerst, aber ohne dass das von den Autoren beachtet worden wäre, die apicale Lage der Micropyle und des Würzelchens richtig dargestellt hat bei einer betreffenden, von ihm übrigens nur als „Sapindacea" bezeichneten und erst von Kurz als Nephelium Griffithianum benannten Pflanze (sieh Griffith Posth. pap., Notulae ad pl. Asiat. IV, 1854, p. 550, tab. DXCIX, fig. 1), während noch der sonst so genaue Blume (Rhumphia III, 1847, p. 102, 104) der Gattung Nephelium eine anatrope Samenknospe mit basilärer Micropyle und ein nach unten gekehrtes Würzelchen zuschrieb.

Auch bei etwas längerem Schnabeltheile, dem entsprechend längerem Würzelchen und deutlicher Krümmung des Embryo kann ein ähnlicher Gegensatz in der Lage der

Theile hervortreten, wie das bei manchen Arten von Nephelium gegenüber den Arten von Xerospermum der Fall ist: bei den letzteren liegt nämlich, wie bei den meisten der in Betracht stehenden Gattungen, in Folge dorsal-basilärer Lage und absteigender Richtung des Micropyleendes das Würzelchen des deutlich gekrümmten Embryo an der dorsalen Seite des Samens, mit der Spitze nach unten gekehrt; bei Nephelium rubescens und anderen Arten dagegen findet sich bei gleich starker Krümmung des Embryo in Folge ventral-apicaler Lage und aufsteigender Richtung des Micropyleendes das Würzelchen an der ventralen Seite des Samens und ist mit der Spitze nach dessen Scheitelpunkt gekehrt.

Was die Apotropie der Samenknospe betrifft, auf welche in dem Systeme von Bentham und Hooker durchgehends, wie auf die Lage der Samenknospe, ein sehr grosses Gewicht und, wie mir scheint, sicherlich ein zu grosses Gewicht gelegt wird, und welche für die ganze Gruppe der Sapindales durch die Worte „ovula adscendentia rhaphe ventrali, vel reversa“ (Gen. I, p. XII) als ein Hauptcharakteristicum derselben hervorgehoben wird, so kommt dieselbe den Sapindaceen keineswegs ausschliesslich zu und musste desshalb bei der Umschreibung der Sapindaceen ausser Betracht gelassen werden. Wohl aber kommt sie bei der Gliederung der Familie, und zwar hier in erster Linie in Betracht, wie im Folgenden sogleich sich darstellen wird. Dass dem Verhältnisse der Apotropie und Epitropie der Samenknospe für die Umgrenzung der Familien kein allzu grosses Gewicht beigelegt werden darf, darauf habe ich schon im Vorausgehenden bei Besprechung der Gattung Alvaradoa (p. 142) unter Hinweisung auf Agardh selbst, von welchem diese Unterscheidung ausgegangen ist, hingewiesen. Beide Verhältnisse finden sich nicht selten nicht bloss innerhalb derselben Familie, sondern auch bei

ein und derselben Pflanze, und für beides liefern gerade auch die Sapindaceen entsprechende Beispiele.

IV. Gliederung der Familie.

Ich gehe nun zu dem Versuche einer naturgemässen Gliederung der Sapindaceen über.

Für eine solche Gliederung erweist sich, wie im Vorausgehenden eben erwähnt, als das wichtigste Moment das Verhalten der Samenknospen.

Bei den typischen, um die Gattung Sapindus in engerem und weiterem Kreise sich schaarenden Sapindaceen-Gattungen nämlich, welche man in eine erste oder Hauptreihe zusammenfassen und als nomosperme oder als Eu-Sapindaceen bezeichnen kann, ist die Samenknospe stets eine apotrope und zugleich aufrecht, oder doch aufsteigend, und vereinzelt in jedem Fruchtknotenfache.

Bei einer zweiten oder Nebenreihe, deren einzelne Unterabtheilungen, wie gleich hier bemerkt sein mag, jeweilig nahe Beziehungen zu den Unterabtheilungen der ersten Reihe verrathen, so dass sie vielleicht eher als aus diesen abgezweigt anzusehen sind, denn als Glieder eines zweiten Hauptstammes, ist die Samenknospe entweder epitrop und hängend, oder es finden sich in jedem Fruchtknotenfache 2 oder mehrere und dann meist theils apotrope, theils epitrope Samenknospen, welche Fälle alle unter der Bezeichnung anomosperme oder Dys-Sapindaceen zusammengefasst sein mögen. Gewöhnlich ist dann bei Anwesenheit von zwei Samenknospen (aus schief neben einander liegenden Anheftungspunkten) die apotrope aufsteigend, die epitrope hängend, beide schief zur Axe stehend, oder in deren Richtung; seltener daneben (im gleichen Fruchtknoten) auch die aufsteigende epitrop, oder beide

apotrop und aufsteigend (Kölreuteria, Stocksia). Zwei epitrope hängende Samenknospen finden sich (neben einander gestellt) bei Exothea, Hippobromus, Doratoxylon; zwei apotrope aufsteigende bei Ungnadia und da und dort einmal, wie schon erwähnt, in einem einzelnen Fache (z. B. bei Kölreuteria und Stocksia). Bei Anwesenheit von mehr als 2 Samenknospen in einem Fache (Magonia, Xanthoceras) ist die Krümmungsrichtung eine mehr nach aussen als nach unten oder oben gekehrte und die Lage eine annähernd horizontale (Magonia). Nur 1 Samenknospe findet sich verhältnissmässig selten (Harpullia Sect. Thanatophorus, Sect. Otonychidium — s. holl.-ind. Sap., 1877—78, p. 52, 53 —, Filicium).

Für die weitere Gliederung findet sich ein ähnlicher durchgreifender Unterschied, wie in der Zahl und Art der Samenknospen nicht wieder, wenn nicht in der Beschaffenheit des Blattes und zwar einerseits des Keimblattes, andererseits des Laubblattes, wobei aber schon einige Ausnahmen für das eine oder das andere mit in den Kauf genommen werden müssen. Diese Unterschiede bieten sich auch nicht so zu sagen von vorn herein dar, sondern erst, wenn man den mühevolleren Weg des Zusammensuchens zunächst verwandtschaftliche Beziehungen nach ihrer Gesammtorganisation unter einander verrathender Gattungen zu kleineren Gruppen zurückgelegt hat, gibt sich zu erkennen, dass das Verhalten des Blattes in den einen dieser Gruppen der Hauptsache nach ein verschiedenes ist von dem in anderen Gruppen, worin sich eine nähere Beziehung der betreffenden Gruppen zu einander selbst wieder auszusprechen scheint.

Das eine Mal nämlich erscheint das Blatt, welches fast immer zusammengesetzt ist und in dem in Rede stehenden Falle vorzugsweise dem gedreiten (resp. gedreit-gefiederten) Typus folgt (mit oft hochgradiger Gliederung, be-

sonders bei Arten von Serjania und Paullinia) voll ausgebildet, normal entwickelt, wie man sich ausdrücken kann — und die Träger solcher Blätter und die aus solchen Trägern gebildeten Gruppen mögen desshalb als nomophylle Sapindaceen bezeichnet sein. Das andere Mal dagegen erscheint an dem zusammengesetzten und hier gewöhnlich gefiederten (gelegentlich auch, nämlich bei den Gattungen Macphersonia, Tristiropsis und Dilodendron doppelt gefiederten[1]), bei einer neuen, wahrscheinlich an Matayba anzuschliessenden Gattung Tripterodendron endlich, mit T. filicifolium, der bisherigen Cupania filicifolia Linden, selbst dreifach gefiederten) Blatte der Endtheil, die Spitze, nicht voll entwickelt: es fehlt das die normale Spitze beim gefiederten Blatte bildende Endblättchen[2]) und meistentheils (abgesehen nämlich von paarig gefiederten, hier nicht häufig vorkommenden Blättern) ist dann das eine der obersten Seitenblättchen dicht neben die Endigung der Blattspindel (welche unter Hinterlassung einer kleinen Narbe auch abgestossen sein kann) hinausgerückt, nach Stellung und Richtung, und oft auch nach Grösse und Gestaltung ein scheinbares Endblättchen bildend, ein Verhältniss, an welchem vielfach allein schon (wie bereits oben, p. 178, erwähnt) die betreffenden Gewächse von solchen aus den am häufigsten mit den Sapindaceen verwechselten Familien, den Meliaceen, Anacardiaceen, Burseraceen, Simarubaceen, Zanthoxyleen, Connaraceen etc. (sieh die oben, p. 178, citirten Stellen) mit fast niemals, ausser bei paarig gefiederten Blättern, fehlendem echtem Endblättchen

1) Doppelt gefiederte Blätter oder Uebergänge zu solchen finden sich unter den nomophyllen Sapindaceen bei der Gattung Paullina und Kölreuteria.

2) Hinsichtlich der Ausnahmefälle, sei es typischer, sei es nur in Folge anomaler Entwicklung gelegentlich vorkommender, verweise ich auf die Angaben in dem Conspectus tribuum.

unterschieden werden können.[1]) Auf solche Glieder und Gruppen der Familie mag die Bezeichnung anomophylle Sapindaceen Anwendung finden.

Die Keimblätter des in der Regel deutlich gekrümmten und zwar meist notorrhizen, verhältnissmässig nur selten (wie bei der ersten Subtribus der Cupanieen und bei Castanospora) lomatorrhizen Embryos weiter zeigen bei den Gattungen mit voll ausgebildetem Laubblatte meist in der Weise an dieser Krümmung sich betheiliget, dass das äussere, dem Samenrücken anliegende diesem entsprechend gewölbt und über das andere kappenförmig herübergeschlagen ist, während das innere (selten auch das äussere), um in dem gegebenen beschränkten Raume doch möglichste Flächenentwicklung zu finden, sich der Quere nach zweimal faltet, das erste Mal (von seinem Ursprungspunkte aus gerechnet) mit nach oben, das zweite Mal mit nach unten (in dem aufrechten Samen) sehender Wölbung der Falte, oder es rollt sich der innere Cotyledon, der Wölbung des äusseren folgend, schneckenförmig ein, mitunter in geringerem Grade auch der äussere, beide dann von ihrem Ursprungspunkte

---

1) Mir ist von Ausnahmsfällen, in welchen ein Seitenblättchen wie bei den Sapindaceen als scheinbares Endblättchen auftritt, aus den genannten Familien eigentlich nur Pistacia Lentiscus (mit theilweise auch echt unpaar, sowie auch paarig gefiederten Blättern) bekannt. Auch eine oder die andere Art von Cabralea, kaum eine andere Meliacee, mag hieher gehören. Etwas anderes ist das Rudimentärbleiben und Abfallen des Endblättchens, wie bei Carapa und anderen Meliaceen (sieh C. DC. Monogr. p. 403) oder das Rudimentärbleiben des Endblättchens sammt den nahe stehenden und damit dann eine scheinbare Knospe bildenden Seitenblättchen bei den Meliaceen-Gattungen Guarea, Chisocheton, Dasycoleum und bei Cabralea Warmingiana C. DC. (s. a. a. O. p. 404, 476). Eine analoge retardirte Entwicklung ist auch bei Cabralea polytricha A. Juss., bei Trichilia cathartica Mart. und unter den Aurantiaceen bei Micromelum pubescens Bl. zu beobachten.

aus der Richtung der von dem Rücken des Samens zu seiner Spitze und Bauchseite sich wendenden Krümmungsaxe desselben folgend unter inniger Aneinanderschmiegung ihrer Innenflächen. Es mag gestattet sein, einen Embryo der ersteren Art (mit Rücksicht auf seinen inneren Cotyledon) als diplecolob, den der zweiten als spirolob zu bezeichnen, einen davon abweichenden, wie er sich in der Regel bei den anomophyllen Gattungen findet, zur Bezeichnung des Gegensatzes als adiplecolob und aspirolob. Bei den letzteren können die Abweichungen verschiedengradige sein, bis zu weit gehendem Verschwinden der Krümmung überhaupt, worauf hier nicht näher eingegangen zu werden braucht. Der diplecolobe Embryo kommt vorzugsweise bei den nomophyllen Gattungen der nomospermen Hauptreihe (der Eusapindaceae) vor, der spirolobe bei den nomophyllen Gattungen der anomospermen Nebenreihe (der Dyssapindaceae).

Dem Gesagten gemäss ist es nicht als eine Ausnahme von dieser Regel zu bezeichnen, wenn bei einer Gattung der anomophyllen Eusapindaceen statt bloss mehr oder weniger gekrümmter gelegentlich mehr oder weniger spiralig gerollte Cotyledonen, die ja die adiplecolobe Beschaffenheit des Embryo nicht alteriren, auftreten, wie bei Alectryon (für welche Gattung das früher unter Vernachlässigung aller wirklich verwandtschaftlichen Charaktere Veranlassung gegeben hat, sie, statt in die Nähe von Nephelium, zu den Dodonaeeen zu stellen) und den mit Alectryon nahe verwandten Gattungen Heterodendron, Podonephelium und Pappea. Ebenso wäre es nicht als eine Ausnahme anzusehen, wenn bei einer anomophyllen Dyssapindacee ein diplecolober Embryo aufträte, wofür mir übrigens ein Beispiel nicht bekannt ist.

Die wirklichen Ausnahmen, welche sich in der Beschaffenheit des Embryo finden, und welche in der Gruppen-

übersicht, wie die für das Laubblatt, an geeigneter Stelle hervorgehoben werden sollen, liegen in verhältnissmässig grösster Zahl auf Seite der nomophyllen Eusapindaceen vor, nämlich bei 3 Gattungen unter 11, wobei aber zu bemerken ist, dass bei der einen Gattung (Paullinia) nur ein Theil der Arten von dem Ausnahmsverhältnisse betroffen ist, bei einer zweiten (Thinouia) nicht von allen Arten Früchte vorliegen und die dritte dieser Gattungen monotypisch ist (Diatenopteryx). Unter den anomophyllen Eusapindaceen finden sich unter 84 Gattungen nur 6 mit abweichendem, d. h. diplecolobem Embryo. Bei den nomophyllen Dyssapindaceen ist unter 10 Gattungen nur 1 (Erythrophysa), bei welcher der Embryo nicht vollkommen, aber doch annähernd spirolob ist, und unter den anomophyllen Dyssapindaceen ebenfalls nur 1, bei welcher derselbe mehr als bloss gekrümmt, d. h. wenigstens annähernd spirolob erscheint (Hippobromus), während er bei einer weiteren (Ganophyllum) wegen starker Verdickung des äusseren Cotyledons kaum mehr so genannt werden kann. Die letzteren drei Fälle können also noch als der Regel entsprechend angesehen werden und dann reduciren sich die Ausnahmen überhaupt auf 9 unter 117 Gattungen, also auf 7,7 %.

Noch günstiger stellt sich die Sache für das Laubblatt. Selbstverständlich ist hier zu unterscheiden zwischen typischen Ausnahmen und solchen, welche nur in Folge gelegentlicher anomaler Entwicklung bei dem einen oder anderen Exemplare irgend einer Art auftreten und für die Gattung als solche desshalb keine tiefere Bedeutung haben. Ich werde übrigens auch die in dieser Richtung beobachteten Fälle in der Gruppenübersicht in Anmerkungen namhaft machen. Von typischen Ausnahmen nun findet sich bei den 95 Gattungen der Eusapindaceen nur eine, und zwar unter den anomophyllen, nämlich die nur 2 Arten in sich schliessende Gat-

tung Paranephelium. Bei den 22 Gattungen der Dysapindaceen sind 3 vorhanden, ebenfalls unter den anomophyllen und nur monotypische Gattungen betreffend, nämlich Hypelate, Xanthoceras und Ungnadia. Das sind also im Ganzen 4 Gattungen auf 117, was nur 3,4 % gleichkommt. Wollte man die Zahl der Arten in Betracht ziehen, so wären das 5 auf (rund) 950, also nur 0,5 %.

Für die den bisher gewonnenen Abtheilungen als Tribus sich unterordnenden Gattungsgruppen sind sodann die Verhältnisse des Habitus, namentlich in der ersten Unterabtheilung der nomophyllen Eusapindaceen, und besonders das Auftreten oder Fehlen von Ranken und Nebenblättchen (welch' letztere vergeblich auch noch in den neueren Schriften den Sapindaceen überhaupt abgesprochen werden, wie z. B. bei Asa Gray Bot. Californ. I, 1876, p. 105 in der Charakteristik seiner Subordo „Sapindaceae proper" durch die Angabe „stipules none"), ferner bestimmte Momente der Frucht- und der Samenbeschaffenheit (Gliederung der Frucht in sich trennende oder verbunden bleibende Cocci einerseits, Fehlen solcher Gliederung andererseits, verschiedenartige Dehiscenz der Frucht, Vorhandensein arillöser Bildungen oder Fehlen solcher) von besonderem Belange, weiter für gewisse Subtribus die notorrhize oder pleurorrhize Beschaffenheit des Embryo (Cupanieae) und das Auftreten von Honigdecken in Form von verschiedengradig entwickelten, in der ersten Subtribus der Paullinieae z. B. kaputzenförmig gestalteten und mit einem besonders gefärbten Kamme als sogenanntem Pollenmale ausgerüsteten Blumenblattschuppen (durch seriale Spaltung der Blumenblätter). Eine Verstärkung dieser Momente kann da und dort auch die auffälliger symmetrische Gestaltung der Blüthe bilden mit bald mehr, bald minder (nach der durch Sepalum 4 gehenden Halbirungslinie) einseitig entwickeltem Discus und eigenthümlichen, drüsenartigen Effigurationen des

letzteren (gewöhnlich über den Insertionsstellen der Blumenblätter, seltener zwischen diesen, wie bei den regelmässigen Blüthen von Xanthoceras), wo eine solche Blüthen-Gestaltung eben mit den schon erwähnten Momenten Hand in Hand geht, wie das im Allgemeinen bei den Gattungen der nomophyllen Gattungsgruppen der Haupt-, und der Nebenreihe der Fall ist, während bei den anomophyllen Gattungsgruppen die annähernd regelmässige Blüthenbildung die Norm darstellt, und eine auffälliger symmetrische Gestaltung, abgesehen von einigen monotypischen oder sehr armgliedrigen Gattungen (Porocystis, Erioglossum, Zollingeria, Chytranthus, Pancovia, Plagioscyphus, Diploglottis, Magonia und Ungnadia) nur für einen Theil der Arten bestimmter Gattungen auftritt (für Arten von Atalaya, Thouinidium, Toulicia, Sapindus, Lepisanthes, Guioa, Harpullia), also nicht einmal den Werth eines Gattungscharakters besitzt. Wie unrichtig es ist, die symmetrische Blüthenbildung, resp. Kronen- und Discusbildung, als Hauptmoment für die Gliederung der Familie zu betrachten, wie es in Bentham & Hooker Genera und in Baillon Hist. d. Pl. geschehen ist, oder sie gar für die Beurtheilung der Verwandtschaft mit anderen Familien als ausschlaggebend anzusehen, wie es bei Eichler in der Bildung seiner Aesculinae geschehen ist (Blüthendiagramme II, p. 338), habe ich an anderem Orte schon früher dargelegt (Bericht der 50. Naturforscher-Versammlung, 1877, p. 208; über Sapindus etc. 1878, p. 252 etc.).

Dass die Gliederung der Familie auf der Basis der eben hervorgehobenen Momente nicht etwa eine aprioristische und analytisch-schematische ist, sondern aus der sorgfältigen Verfolgung der von Gattung zu Gattung in deren Gesammtorganisation erkennbaren Verwandtschaftsverhältnisse und aus der Gruppirung der als nächst verwandt erkannten Gattungen

um entsprechende Kernpunkte in synthetischer Weise sich ergeben hat, worauf dann erst der Aufgabe näher getreten wurde, für die so gewonnenen Gruppen das Verbindende einerseits, das Unterscheidende andererseits prägnant zu formuliren, das wird für den mit diesen Dingen etwas Vertrauten schon aus dem Umstande leicht zu erkennen sein, dass in den verschiedenen Gruppen es sehr verschiedene Verhältnisse sind, welche als die ausschlaggebenden sich von selbst aufgedrängt haben, hier die Beschaffenheit der Frucht, dort der Habitus u. s. w.

Es erscheint mir hier, wo es sich um die gedrängte Darlegung der gewonnenen Resultate handelt, nicht angemessen, den Leser den ganzen bei der Gewinnung derselben von Gattung zu Gattung durchmessenen Weg selbst auch zurücklegen zu lassen. Ich will es statt dessen vielmehr versuchen, in knappster Form dem Leser die Charakteristik der Gruppen nach Art eines sogenannten Conspectus vor Augen zu legen, ohne übrigens, wie das zum Nachtheile solcher Uebersichten häufig geschieht, die Ausnahms- und Uebergangsverhältnisse dabei ausser Acht zu lassen. Zur leichteren Orientirung füge ich den einzelnen Tribus die Namen der ihnen angehörigen Gattungen bei. Bezüglich der Synonymie, der Gattungssectionen, der Artenzahl und des Verbreitungsbezirkes verweise ich auf das in dem Index Durand von mir schon Angeführte, in welchem sich wesentlichere Veränderungen nur durch die Versetzung der Gattung Lecaniodiscus von den Melicocceen zu den Schleichereen (hinter Schleichera) und durch die Einschiebung der p. 208 schon erwähnten, neuen, monotypischen Gattung Tripterodendron m. aus Brasilien unter n. 66 (hinter Matayba) ergeben.

V. Conspectus tribuum Sapindacearum.

A. Gemmulae in loculis solitariae, apotropae, erectae vel suberectae Series I. Eusapindaceae (s. Sapindaceae nomospermae).

a. Folia apice plane evoluta[1]); cotyledon interior (vel exterior quoque — in Valenzuelia, Bridgesia, Thouinia sp., Allophylo —) transversim biplicata (rarius cotyledones curvatae tantum — in Serjania cuspidata, Paullinia sp., Thinouia, Diatenopteryge —); (flores plerumque disco inaequali oblique symmetrici)

Subseries 1. Eusapindaceae nomophyllae (et diplecolobae).

aa. Stirpes scandentes fruticosae cirrhosae stipulatae, vel subherbaceae eaeque partim ecirrhosae (Cardiospermum procumbens, anomalum et strictum), una (Cardiosperm. anomalum) simul exstipulata (omnium generum, excepto Cardiospermo, species plures caulis structura anomala insignes)

Tribus I. Paullinieae.

α. Petala squamis cucullatis cristatis aucta (flores symmetrici; fructus trialati exceptis Cardiospermo et Paullinia partim)

Subtrib. 1. Eupaullinieae.

(Genus 1—4: Serjania Schum., Paullinia L. em., Urvillea Kunth, Cardiospermum L.)

---

1) Diatenopteryx sorbifolia interdum folioli terminalis rudimentum tantum exhibet. Foliis simplicibus gaudent Cardiospermum procumbens, Valenzuelia, Bridgesia, foliis 1-foliolatis Thouinia sp., Allophylus sp. (Folia ternata invenies in plurimis Allophyli et Thouiniae speciebus, in Thinouia et Urvillea, nec non in nonnullis Cardiospermi, Paulliniae et Serjaniae speciebus; folia bi- vel tri-ternata vel ternato-pinnata et subbipinnata in iisdem Cardiospermi, Paulliniae et Serjaniae generibus, in Paullinia quoque pinnata nec non in Athyana et Diatenopteryge).

β. Petala squamis subecristatis bifidis (v. squamulis binis) aucta (flores regulares vel vix irregulares, fructus trialati)

Subtrib. 2. Thinouieae.

(Gen. 5: Thinouia Tr. et Pl.)

bb. Stirpes fruticosae vel arborescentes ecirrhosae, exstipulatae (flores symmetrici; fructus alati, exceptis Valenzuelia et Allophylo)

Tribus II. Thouinieae.

(Gen. 6—11: Valenzuelia Bert., Bridgesia Bert., Athyana R., Diatenopteryx R., Thouinia Poit., Allophylus L.)

b. Folia, ni sunt simplicia[1]), apice reducta[2]), in Paranephelio solo plane evoluta (imparipinnata); cotyledones curvatae vel (in Alectryone et affinibus) subcircinnatae, rarius subdiplecolobae (in Pometia, Guioa, Sarcopteryge, Jagera, Elattostachye, Gongrodisco); arbores fruticesve ecirrhosae, exstipulatae; (flores plerumque disco annulari regulares)

Subseries 2. Eusapindaceae anomophyllae (et adiplecolobae).

1) Foliis simplicibus sequentes gaudent, omnes ab Eusapindaceis nomophyllis simplicifoliis floribus regularibus distinctae: Sapindus oahuensis, Aphania Danura, Thraulococcus simplicifolius, Heterodendron, Pappea.

Folia interdum depauperatione simplificata inveniuntur in Atalaya salicifolia, hemiglauca, variifolia, Toulicia tomentosa, Melicocca bijuga, Cupania glabra et macrophylla (quae omnes quoque, uti praecedentes, floribus regularibus intructae sunt).

2) Abrupte pinnata, vel (in Macphersonia, Tristiropsi, Dilodendro, Tripterodendro) abrupte bi- vel tri-pinnata, foliolo lateral[i] summo saepissime foliolum terminale mentiente, raro foliolo terminali genuino anomale evoluto instructa (in Toulicia guianensi et tomentosa, Atalaya variifolia, Sapindi speciebus, Aphania rubra, Otophora amoena, Melicocca lepidopetala, in Cupaniae glabrae specimibus cultis et in Dilodendro).

aa. Fructus indehiscens vel (in gen. 55—59) folliculatim tantum dehiscens

α. Exarillatae (testa vero extus carnosula in generibus 2 Trib. VI, Melicocca et Talisia)

αα. Fructus coccatus, coccis secedentibus (in Atalaya, Thouinidio, Toulicia et Hornea samaroideis; flores in Porocysti et in speciebus Atalayae, Thouinidii, Touliciae et Sapindi symmetrici)

Tribus III. Sapindeae.

(Gen. 12—18: Atalaya Bl., Thouinidium R., Toulicia Aubl., Porocystis R., Sapindus L., Deinbollia Sch. et Thonn., Hornea Bak.)

ββ. Fructus coccato-lobatus, lobis (sponte) non secedentibus (flores non nisi in Erioglosso symmetrici, fructus apteri)

Tribus IV. Aphanieae.

(Gen. 19—23: Erioglossum Bl., Aphania Bl., Thraulococcus R., Hebecoccus R., Aphanococcus R.)

γγ. Fructus sulcatus vel sulcato-lobatus (in Zollingeria sola alatus, in Plagioscypho et Cotylodisco ignotus; flores in Zollingeria, Lepisanthes sp., Chytrantho, Pancovia et Plagioscypho symmetrici)

Tribus V. Lepisantheae.

(Gen. 24—35: Zollingeria Kurz, Lepisanthes Bl., Otophora Bl., Chytranthus H. f., Pancovia W., ? Smelophyllum R., Lychnodiscus R., Placodiscus R., Melanodiscus R., Crossonephelis Baill., ? Plagioscyphus R., ? Cotylodiscus R.)

δδ. Fructus subintegerrimus (in Tristira sola carinato-alatus, in Eriandrostachye ignotus, seminis testa drupacea in Melicocca et Talisia; flores regulares)

Tribus VI. Melicocceae.

(Gen. 36—43: Melicocca L., Talisia Aubl., Glenniea H. f., Castanospora F. Müll., Eriandrostachys Baill., Macphersonia Bl., Tristiropsis R., Tristira R.)

β. Arillatae (i. e. arillo libero vel plus minus adnato, margine tantum libero instructae)

αα. Fructus integer (flores regulares)

Tribus VII. Schleichereae.

(Gen. 44—47: Schleichera W., Lecaniodiscus Planch., Haplocoelum R., Pseudopteris Baill.)

ββ. Fructus coccato- vel sulcato-lobatus, in nonnullis (55—59) folliculatim dehiscens (in Alectryonis speciebus nonnullis cristato-alatus, in Pseudonephelio ignotus; flores regulares)

Tribus VIII. Nephelieae.

(Gen. 48—59: Euphoria Comm., Otonephelium R., Pseudonephelium R., Litchi Sonn., Xerospermum Bl., Nephelium L., Pometia Forst., Alectryon Gärtn., Heterodendron Desf., Podonephelium Baill., Pappea Eckl. et Z., Stadmannia Lam.)

bb. Fructus loculicide valvatus (in Sarcopteryge anguste alatus, in Molinaea, Guioa et Arytera loculis compressis alas mentientibus spurie alatus, in Scyphonychio, Pentascypho, Tripterodendro, Lepiderema et Euphoriantho ignotus; flores symmetrici in Dilodendro, Guioae spec. et in Diploglottide; semen plerumque arillatum)

Tribus IX. Cupanieae.

α. Embryo lomatorrhizus

Subtrib. 1. Cupanieae lomatorrhizae.

(Gen. 60—66: Cupania L., Vouarana Aubl., Scyphonychium R., Dilodendron R., Pentascyphus R., Matayba Aubl. em., Tripterodendron R.)

β. Embryo notorrhizus

Subtrib. 2. Cupanieae notorrhizae.

(Gen. 67—95: Pseudima R., Tina Röm. et S.em., Tinopsis R., Molinaea Comm., Laccodiscus R., Aporrhiza R., Blighia Kön., Eriocoelum H. f., Phialodiscus R., Guioa Cav., Cupaniopsis R., Rhysotoechia R., Lepiderema R., Dictyoneura Bl., Diploglottis H. f., Euphorianthus R., Storthocalyx R., Sarcopteryx R., Jagera Bl., Trigonachras R., Toechima R., Synima R., Sarcotoechia R., Elattostachys R., Arytera Bl., Mischocarpus Bl., Gongrodiscus R., Lepidopetalum Bl., Paranephelium Miq.

B. Gemmulae in loculis plerumque 2 vel plures (saepius heterotropae directione varia), raro solitariae tumque epitropae pendulae (Harpullia, Sect. Thanatophorus et Otonychidium, Filicium); arbores fruticesve ecirrhosae, exstipulatae Series II. Dyssapindaceae (s. Sapindaceae anomospermae).

a. Folia apice plane evoluta[1]); cotyledones plus minus circinatae

Subseries 1. Dyssapindaceae nomophyllae (et spirolobae).

aa. Capsula inflata membranacea (loculicida vel — in Erythrophysa — utriculosa; flores symmetrici)

Tribus X. Koelreuterieae.

(Gen. 96—98: Koelreuteria Laxm., Stocksia Benth., Erythrophysa E. Mey.)

---

1) Interdum in Loxodisco et Dodonaeae sp. reducta. Foliis simplicibus gaudent: Stocksia, Llagunoa sp., Diplopeltis, Dodonaea sp., Distichostemon.

bb. Capsula coriaceo-crustacea vel lignosa (loculicida, vel loculicido-septicida in Cossignia; flores symmetrici in Llagunoa et Cossigniae sp.)

Tribus XI. Cossignieae.

(Gen. 99—101: Cossignia Comm., ? Delavaya Franch., Llagunoa R. et P.)

cc. Capsula sulcato- vel coccato-lobata, septicida vel septifraga, rarius (in Loxodisco) loculicida, chartaceo-membranacea (alata in Dodonaeae sp. et in Distichostemone; flores symmetrici in Loxodisco et Diplopeltide)

Tribus XII. Dodonaeeae.

(Gen. 102—105: Loxodiscus H. f., Diplopeltis Endl., Dodonaea L., Distichostemon F. Müll.)

b. Folia apice plerumque reducta (plane evoluta in Hypelate, Xanthocerate et Ungnadia[1]); cotyledones curvatae (in Hippobromo solo, vix in Ganophyllo quoque subcircinatae)

Subseries 2. Dyssapindaceae anomophyllae (et aspirolobae).

aa. Fructus indehiscens (flores regulares)

Tribus XIII. Doratoxyleae.

(Gen. 106—112: Hypelate P. Br., Exothea Macf., Averrhoidium Baill., Hippobromus Eckl. et Z., Doratoxylon Thou., Ganophyllum Bl., Filicium Thw.)

bb. Fructus dehiscens (flores symmetrici in Magonia, Ungnadia et Harpulliae sp.)

Tribus XIV. Harpullieae.

(Gen. 113—117: Harpullia Roxb., Conchopetalum R., Magonia S. Hil., Xanthoceras Bunge, Ungnadia Endl.)

---

1) Interdum in Doratoxylo quoque plane evoluta. Foliis simplicibus nulla gaudet.

VI. Frühere Gliederungen.

Eine Vergleichung dieser Gruppirung mit den bisher gemachten Versuchen einer Gliederung der Familie lässt unschwer erkennen, dass die dargelegte Gruppenbildung sich zunächst an den Versuch einer solchen von Blume anschliesst und eine Weiterbildung dieses Versuches darstellt, der selbst wieder als eine Weiterbildung des ersten Versuches einer naturgemässen Gliederung der Familie durch Kunth erscheint.

Kunth (1821), welcher übrigens nur die americanischen Sapindaceen-Gattungen bei der Bearbeitung der von Humboldt und Bonpland gesammelten Materialien in den Bereich seiner Untersuchung gezogen hat, sah sich durch die Natur der Dinge bereits dazu gedrängt, die oben als Eupaullinieae von der ihm unbekannt gebliebenen Gattung Thinouia unterschiedenen Gattungen der Paullinieae unter letzterer Bezeichnung zusammenzufassen und als rankende Gewächse mit Blumenblattschuppen und Discusdrüsen den seiner Meinung nach mit schuppenlosen Blumenblättern und nicht deutlich gesonderten Discusdrüsen versehenen, nicht rankenden Gattungen Schmidelia, Thouinia, Cupania, Sapindus und Melicocca gegenüberzustellen, welche von ihm als Sapindaceae verae (von De Candolle wenige Jahre später als „Sapindeae") bezeichnet wurden; diesen beiden Gruppen mit einsamigen Fruchtfächern stellt er weiter als dritte Gruppe der „Dodonaeaceae", die er übrigens geneigt war als besondere Familie anzusehen, die Gattungen Llagunoa und Dodonaea mit 2-samigen Fruchtfächern an die Seite.

Wie man sieht, hat die Gliederung von Kunth wichtige Unterschiede mit gutem Takte bereits hervorgehoben. Sie wurde von De Candolle (1824) unter Einreihung weiterer und namentlich der von Kunth bei Seite gelassenen

ausseramericanischen Gattungen in die zweite[1]) und dritte[2]) zugleich durch den „spiraligen Embryo" charakterisirte Gruppe und Verweisung unvollständig gekannter in den Anhang[3]) vollständig angenommen, während in weniger angemessener Weise Cambessedes[4]) (1829) und Endlicher[5]) (1838) für gut fanden, nur die Dodonaeaceen mit Rücksicht auf die zu zweit oder mehreren in den Fruchtknotenfächern enthaltenen Samenknospen als besondere Gruppe den Sapindeen gegenüberzustellen, in welch' letztere die Paullinieen einbezogen wurden, ohne eine besondere Hervorhebung darin zu erfahren. Dadurch wurde allerdings in

1) Blighia, Talisia, Matayba, Aporetica, Euphoria, Toulicia, Tina, Cossignia, Hypelate, Stadmannia.

2) Kölreuteria, Alectryon.

3) Eustathes, Racaria, Valentinia, Pedicellia, Ratonia, Enourea.

4) Die Ordnung bei Cambessedes ist folgende:

Sectio I. Sapindeae (ovarii loculi 1-ovulati, embryo curvatus, rarius rectus): Cardiospermum, Urvillea, Serjania, Toulicia, Paullinia, Schmidelia, Irina, Prostea, Lepisanthes, Sapindus, Erioglossum, Moulinsia, Cupania, Talisia, Nephelium, Thouinia, Hypelate, Melicocca.

Sectio II. Dodonaeaceae (ovarii loculi 2-3-ovulati; embryo spiraliter convolutus); Kölreuteria, Cossignia, Llagunoa, Dodonaea.

Genus anomalum: Magonia.

Genera non satis nota: Enourea, Matayba, Aphania, Alectryon.

5) Die Ordnung bei Endlicher ist folgende:

Tribus I. Sapindeae Camb. (ovula in loculis plerumque solitaria; embryo curvatus vel rarius rectus): Cardiospermum, Urvillea, Serjania, Toulicia. Bridgesia, Paullinia, Enourea, Schmidelia, Valenzuelia, Irina, Prostea, Lepisanthes, Sapindus, Erioglossum, Matayba, Moulinsia, Cupania, Aphania, Talisia, Nephelium, Thouinia, Hypelate, Melicocca, Schleichera.

Tribus II. Dodonaeaceae Camb. (ovula in loculis 2—3; embryo spiraliter convolutus): Koelreuteria, Cossignia, Llagunoa, Diplopeltis, Dodonaea, Alectryon.

Genera anomala: Plösslea, Xanthoceras, Magonia.

Genera penitus dubia: Valentinia, Racaria, Eustathes, Pedicellia, Pappea, Ptaeroxylon, Hippobromus, Tarrietia.

treffender Weise die Zweigliederung der ganzen Familie, wie sie in der Unterscheidung der Eusapindaceae und Dyssapindaceae nun zum Ausdrucke gebracht ist, markirt, die so prägnante Gruppe der Paullinieen aber kam nicht mehr zur Geltung, und die Anregung, welche Kunth mit ihrer Bildung zum Aufsuchen analoger Gruppen, innerhalb der grösseren Hauptabtheilung wenigstens, unwillkürlich gegeben hatte, fiel damit hinweg.

Dem hierin gelegenen Rückschritte trat Blume in seiner Bearbeitung der indisch-malayischen Sapindaceen (Rumphia III, 1847) entgegen, indem er das, was er überhaupt dieser Familie zugewiesen wissen wollte, zunächst in 5 Sectionen und davon die 1. Section in 7 Tribus theilte.

Eine Uebersicht der von Blume so erhaltenen Gruppirung — unter Hinweglassung der unterscheidenden Charaktere und unter Aufzählung der eben nach Massgabe des bezeichneten Gebietes von ihm in jeder Gruppe behandelten (oder überhaupt genannten) Gattungen — ist folgende:

Sectio I. Sapindaceae propriae:

Trib. I. Sapindeae: Sapindus, Xerospermum, Cubilia, Nephelium, Stadmannia, Irina.

Trib. II. Allophyleae: Erioglossum, (Moulinsia,) Allophylus, Schmidelia.

Trib. III. Melicocceae: (Melicocca,) Otophora, Schleichera, Scorododendron, Lepisanthes, Jagera, Macphersonia.

Trib. IV. Cupanieae: Cupania, (Tina, Blighia, Guioa,) Dictyoneura, Hemigyrosa, Mischocarpus, Arytera, Lepidopetalum, Spanoghea.

Trib. V. Cossignieae: (Cossignia, Hypelate,) Harpullia, Otonychium, Blancoa, Koelreuteria.

Trib. VI. Paullinieae: (Paullinia,) Cardiospermum.

Trib. VII. Thouinieae: Atalaya, (Bridgesia, Thouinia).

Sectio II. Dodonaeaceae: Dodonaea.
Sectio III. Acerineae: Acer.
Sectio IV. Hippocastaneae: Aesculus.
Sectio V. Meliosmeae: Meliosma, (Ophiocaryon).

Sehen wir von den nach dem weiter oben Dargelegten den Sapindaceeen nicht zuzurechnenden Gewächsen ab, so sind es also 8 Gruppen, welche schon bei Blume zur Unterscheidung gekommen sind, 6 aus der obigen Serie der Eusapindaceae, 2 (Cossignieae und Dodonaeaceae) aus der Serie der Dyssapindaceae.

Einen abermaligen Rückschritt finden wir in den Werken von Bentham & Hooker und von Baillon: bei den ersteren nämlich, wenn wir wieder von den nicht den Sapindaceen zuzuzählenden Gewächsen absehen, ein Zurückgehen auf die Unterscheidung von „Sapindeae" und „Dodonaeae", wie bei Cambessedes und Endlicher, wobei die Dodonaeeae, da die Gattungen Ptaeroxylon, Alvaradoa und Aitonia hinwegfallen, auf Dodonaea, Distichostemon und Alectryon beschränkt erscheinen und durch „stamina basi disci extus vel sinubus disci inserta" oder durch „Fehlen des Discus" von den Sapindeae unterschieden werden. In der Aneinanderreihung der Gattungen weiter macht sich innerhalb der Sapindeae als Princip die theils symmetrische, theils regelmässige Blüthenbildung geltend, ein Princip, von dessen Unbrauchbarkeit hiefür schon oben (p. 213) die Rede gewesen ist.

Noch ausgesprochener tritt dieses Princip bei Baillon hervor, welcher die Unterscheidung der Dodonaeeen gänzlich fallen lässt, um dafür die hier in Betracht stehenden Gewächse in die beiden Gruppen der Sapindeae und Pancovieae zu scheiden, deren erstere die Gattungen mit regelmässigen, deren letztere die Gattungen mit symmetrischen Blüthen in sich schliesst. Dass dadurch der Natur

der Dinge derartig Zwang angethan wird, dass selbst die natürlichsten Gattungen, wie Sapindus und Atalaya zerrissen und stückweise in die beiderlei Gruppen vertheilt werden, habe ich schon anderwärts hervorgehoben (über Sapindus etc., Sitzungsber. 1878, p. 252, 272 etc.) Und trotz des Principes sind doch viele Gewächse mit symmetrischer Blüthe in der ersten Abtheilung eingereiht, wie namentlich Llagunoa, Thouinia, Anomosanthes und Arten von Guioa. Doch das in's Einzelne weiter zu verfolgen, würde hier zu weit führen.

VII. Gruppeninhalt.

Wenn ich nun auf die von mir vorgeschlagene Gruppirung und den Inhalt der nach den oben schon gewürdigten Organisationsverhältnissen erhaltenen Gruppen noch näher eingehen soll, so rechtfertigt sich zunächst die grössere Anzahl der Gruppen, gegenüber der bei Blume, durch die grössere Zahl der inzwischen der Familie neu zugewachsenen Gattungen und durch die Vermehrung derselben in Folge schärferer Fassung der Gattungscharaktere.

So sei nur daran erinnert, dass für Blume Aphania noch unter Sapindus, die meisten Cupanieen-Gattungen noch unter Cupania, unter Hemigyrosa neben einer Art von Lepisanthes noch zwei grundverschiedene Gattungen (Guioa und Deinbollia) eingeschlossen waren und dass für Blume Unterschiede, wie die zwischen Sapindus und Nephelium, noch nicht deutlich genug hervorgetreten waren, um die Zusammenfassung dieser Gattungen in eine Tribus zu hindern.

Was die einzelnen Gruppen und die in ihnen zusammengefassten Gattungen betrifft, so mag es am Platze sein, darüber folgendes Nähere anzuführen.

(Zu Trib. I.) Die Gruppe der Paullinieen ist, wie sich das schon Kunth zu erkennen gegeben hat, eine der natürlichsten, eine besondere Hervorhebung laut verlangend. Sie, und nur sie beherbergt die kletternden, mit Ranken versehenen Arten der Familie und zwar fast nur solche, welche zugleich, bis auf eine, mit Nebenblättchen versehen sind, was wieder nur den Angehörigen dieser Tribus eigen ist.

In ihr erweisen sich Serjania, mit 3 nach abwärts geflügelten, von der Fruchtaxe bei der Reife sich einzeln trennenden Fruchtknöpfen, und Paullinia, mit subdrupöser septifrager[1]) Kapselfrucht und zum Theile Flügelfortsätze

---

1) In Benth. et Hook. Gen. I p. 394 und in Uebereinstimmung damit auch in Baillon Hist. d. Pl. V, p. 416) wird die Frucht als capsula ... septicide 3-valvis bezeichnet. Diese Bezeichnung ist, da nach den Erläuterungen der gleichlautenden „Outlines of Botany" in den Einleitungen zu Bentham Flora Hongkongensis und Flora Austral., zu J. D. Hooker New Zealand Flora, Oliver Flora trop. Africa und Baker Flora Maurit. (§ 158) unter septicider Dehiscenz in England auch die Dehiscentia septifraga (s. G. W. Bischoff, Wörterbuch d. beschreib. Bot., 2. Aufl. v. J. A. Schmidt, 1857, p. 148) mitverstanden wird, für einen englischen Autor nicht gerade unrichtig zu nennen; es ist aber diese Terminologie, da sie eine genaue Vorstellung von der Sache nicht erweckt, sicherlich nicht zu billigen.

Ebenso wenig sind andere Abweichungen von der herkömmlichen Terminologie bei den englischen Botanikern zu loben. So ist die Darlegung hinsichtlich des folium lanceolatum in § 45 der erwähnten Outlines: „Leaves are lanceolate, when about three or more times as long as broad, broadest below the middle, and tapering towards the summit, compared to the head of a lance" nichts weniger als übereinstimmend mit der von Linné schon im Hort. Cliff. und in der Philos. bot. (1751, p. 42) gegebenen und durch entsprechende (an ersterer Stelle besser als an letzterer ausgefallene) Zeichnung praecisirten Bestimmung: „Folium lanceolatum est oblongum utrinque sensim versus extremitatem attenuatum" (s. auch das erwähnte Wörterbuch von Bischoff p. 88, mit den Beispielen von Asperula odorata und Nerium Oleander). Ihrem

besitzenden Fruchtklappen, als einander zunächst verwandte Gattungen, so nahe verwandt, dass Linné sie selbst in eine Gattung vereinigt wissen wollte, und dass sie in neuen Arten ohne Frucht meist nicht sicher zu erkennen sind. Sie sind nach Wuchs (als rankende, nicht selten durch anomale Stammstructur ausgezeichnete Lianen mit stipulaten Blättern, wie sie auch den übrigen Gliedern der Tribus bis auf eine Art von Cardiospermum zukommen) und nach Blüthenbildung (sieh die Uebersicht), ferner nach gleich mannigfacher Ausgestaltung des Blattes (mit Vorwiegen des gedreiten Typus bei Serjania, des gefiederten bei Paullinia), und nach ihrem annähernd gleichen numerischen und geographischen Umfange (in runder Zahl je 150 Arten im tropischen America), wie ich schon anderwärts hervorgehoben habe (Monographie von Serjania, p. VI), als sogenannte Parallel-Gattungen zu bezeichnen. Bei Serjania besitzen zahlreiche Arten anomale Stamm- resp. Zweigstructur, welche den Holzkörper schon im ersten Jahre als verschiedenartig „zusammengesetzten" oder seltener als „getheilten" erscheinen lässt (s. die Monographie von Serjania, 1875, nebst Supplem., 1886, p. 2 etc., Taf. 1—5). Bei Paullinia sind es nur wenige Arten, welche einen zusammengesetzten Holzkörper besitzen und zwar der gewöhnlichsten Form, mit einem centralen nämlich und 3 nach den Ecken eines Dreieckes vertheilten peripherischen Holzringen. Bei Paullinia sind ferner die Samen — und zwar hier allein unter den nomophyllen Eusapindaceen — bald nur an der Basis, bald bis zur Spitze hin — mit einer fleischig arillösen Masse in Folge eigenartiger Ausbildung der Samenschale mehr oder weniger weit überlagert. Bei

---

eigenartigen Sprachgebrauche gemäss gibt es für die englischen Botaniker auch ein folium oblanceolatum (sieh z. B. Hook. Fl. Brit. Ind. III p. 494 unter Primula minutissima), was für Andere, welche der Linnéischen Bestimmung folgen, keinen Sinn hat.

den übrigen Gattungen finden sich nur Anklänge an diese Bildung in einer helleren Färbung und besonderen Beschaffenheit der Samenschale rings um den Nabel (hilus macula arillosa notatus). Urvillea, mit dünnhäutiger, längs der ganzen Mittellinie der 3 Fruchtfächer und über diese hinaus geflügelter, septicider oder septifrager Frucht und mit stets nur gedreitem Blatte, schliesst sich an Serjania und Paullinia aufs engste an und bildet gleichsam den Uebergang zur 4. Gattung, Cardiospermum, mit dünnhäutiger, blasig aufgetriebener, bald unregelmässig zerreissender, bald septifrag oder septicid zerfallender Frucht und meist biternatem, seltener nur analog getheiltem Blatte, welche Gattung auch in der alten Welt verbreitet ist. Ob sie diese Verbreitung nur ihrer leicht transportablen Frucht verdankt, oder ob sie um desswillen als die älteste dieser Gattungen zu betrachten ist, mag dahingestellt bleiben. Lockerer ist mit diesen Gattungen die wieder nur in America vertretene Gattung Thinouia mit stets gedreitem und, wie bei den vorigen Gattungen, kleine Nebenblättchen besitzendem Blatte verknüpft, durch ebensolche Rankenbildung, wie die genannten 4 Gattungen ausgezeichnet, davon aber durch die kaum mehr eine Unregelmässigkeit verrathende Blüthenbildung ohne Discus-Drüsen und durch nicht mehr kaputzenförmige, dafür aber gespaltene Blumenblattschuppen verschieden, mit einer so zu sagen auf den Kopf gestellten Serjania-Frucht. Sie bildet den Uebergang zu der folgenden Gruppe der Thouinieae.

(Zu Trib. II.) Unter den Thouinieen, welche stets ranken- und nebenblattlos, durchaus mit symmetrischen Blüthen und mit kleinen Blumenblattschuppen versehen sind, sind als die typischesten Gattungen Thouinia und Allophylus zu bezeichnen, beide mit ternaten (selten — bei A. — quinaten) oder durch Verkümmerung der Seitenblättchen unifoliolaten Blättern und mit so analog gebauten

Blüthen, dass sie wieder als Parallel-Gattungen erscheinen, im nicht fructificirten Zustande mitunter kaum von einander zu unterscheiden, beide mit gespaltenen, kammlosen oder fast kammlosen Blumenblattschuppen, jene weiter mit geflügelten, diese mit drupösen, zum Theile essbaren (A. edulis, paniger etc.) Fruchtknöpfen. Ihre Angliederung an die Paullinieen vermittelt durch die Beschaffenheit der Blumenblattschuppen, welche bei ihr, wie bei den zunächst ihr angeschlossenen Gattungen kappenförmig und kammtragend sind, die durch ihre gegenständigen (zugleich einfachen und 3-nervigen) Blätter einzig unter den Sapindaceen dastehende monotypische Gattung Valenzuelia, deren aufgeblasene, lederig krustenartige, 3-knöpfige Frucht an die mancher Cardiospermum-Arten erinnert und zugleich an die von Allophylus sich anlehnt, mit welcher Gattung sie auch in der Doppelfaltung nicht bloss des inneren, sondern auch des äusseren Cotyledon übereinstimmt. Ebenso nimmt die monotypische Gattung Bridgesia mit gleichfalls noch stärker entwickelten Blumenblattschuppen durch ihre aufgeblasenen und zugleich geflügelten Fruchtfächer eine vermittelnde Stellung zwischen Cardiospermum und Thouinia ein. Ihr Blatt kommt durch eine nicht vollständig durchgeführte pinnate Gliederung dem gewisser Cardiospermum-Arten nahe. Ebenso das in seiner Gliederung schon einen Schritt weiter gehende Blatt der gleichfalls monotypischen Gattung Athyana (mit sitzenden einer geflügelten Spindel eingefügten, sehr genäherten Blättchen), deren Frucht eine reducirte Bridgesia-Frucht darstellt, übergehend zur Thouinia-Frucht, während bei der abermals monotypischen Gattung Diatenopteryx die pinnate Gliederung des Blattes durch deutlichere Sonderung der Blättchen noch vollständiger durchgeführt ist, und die Frucht noch näher an die von Thouinia herantritt. Durch gelegentliches Fehlen des Endblättchens leitet diese Gattung schon hinüber zur Tribus

der Sapindeen. Von allen diesen Gattungen ist nur Allophylus auch ausser America und zwar mit einem ebenso grossen Contingente von Arten wie in America verbreitet, in Africa, in Südasien bis nach Australien und Polynesien, im Ganzen zwischen 90 und 100 Arten zählend, welche schwer und häufig nur im fructificirten Zustande sicher von einander zu unterscheiden sind.[1])

(Zu Trib. III.) Von den Sapindeen, mit Sapindus als Haupttypus, und alle mit Spaltfrüchten und abgebrochen

1) So ist z. B. der in Westindien verbreitete Allophylus occidentalis m. (Schmidelia o. Sw.) von dem in Brasilien einheimischen A. sericeus m. (Schmidelia s. Camb.), welcher damit von Triana und Planchon, sowie von Anderen, identificirt worden ist, kaum durch etwas anderes verschieden als durch die behaarte (hispide) Samenschale, eine Eigenthümlichkeit, welche demselben allein unter allen americanischen Arten, soweit Früchte derselben vorliegen, zukommt und durch welche er sich auch von einer bisher noch nicht beschriebenen westindischen Art unterscheidet, die ich zur Hervorhebung des in Rede stehenden Unterschiedes als A. psilospermus bezeichnen will. Es ist das die in der Sammlung von Hahn aus Martinique unter n. 1175 enthaltene Pflanze.

Eine derartig hervorstechende Eigenthümlichkeit findet sich übrigens kaum wieder und für fast alle unterscheidenden Charaktere sind die zu beobachtenden Unterschiede nur gradweise.

Das gilt auch für die Arten mit reicher verzweigten Inflorescenzen, obwohl diese immerhin zu den schärfer sich abhebenden gehören, wie unter den americanischen Arten A. excelsus, A. Goudotii und A. mollis m. (Schmidelia e. Tr. & Pl., S. G. Tr. & Pl, S. m. Kunth), unter den asiatischen die meiner Meinung nach ebenfalls als eine besondere Art, A. concanicus m., aufzufassende Pflanze in der Sammlung von Hooker und Thomson mit grossen, elliptischen, fast chocoladefarbenen Blättchen, welche der betreffenden Etiquette nach im Jahre 1851 von Law in Concan gesammelt wurde, und unter den oceanischen Arten A. rhomboidalis m. (Schmidelia r. Neraud) und die davon durch eine hellgraue Rinde und fast kahle, längliche Blättchen unterschiedene, ebenfalls als neue Art zu betrachtende Pflanze in der Sammlung von Horne aus den Vitji-Inseln, n. 464 (Herb. Kew), welche hiemit A. vitiensis genannt sein mag.

gefiedertem Blatte versehen, an dem hier, was mit der Stellung dieser Gruppe am Anfange der anomophyllen Eusapindaceen im Einklange erscheint, häufiger als in den folgenden Gruppen eine gelegentliche vollkommene Ausbildung der Blattspitze durch Auftreten eines Endblättchens oder unter Vereinfachung des ganzen Blattes — und diess auch als Norm bei Sapindus oahuensis — vorkommt (sieh die Angaben über Atalaya, Toulicia und Sapindus in den Anmerkungen der obigen Uebersicht), verrathen die flügelfrüchtigen Gattungen Atalaya, im indisch-oceanischen Gebiete, mit (abgesehen von den Flügeln) eiförmigen Fruchtknöpfen und Samen, und Thouinidium, in America, mit seitlich zusammengedrückten Fruchtknöpfen und Samen, beide schon Arten mit regelmässigen Blüthen neben anderen in sich schliessend, noch nahe Beziehungen zu den flügelfrüchtigen Gattungen der vorigen Gruppe (besonders Thouinidium zu Diatenopteryx). Wie nahe sie andererseits an Sapindus heranrücken, zeigt der Umstand, dass Blüthenexemplare einer Art von Atalaya von Bentham geradezu als eine Art von Sapindus beschrieben worden sind. Die Blumenblattschuppen von Thouinidium sind zum Theile gespalten und stets kammlos, die von Atalaya bei einigen Arten mit Kämmen versehen, bei anderen nicht, wornach sich dieses Merkmal als nicht überall gleich werthvoll erweist. Toulicia mit palmenartigem und dem von Talisia ähnlichem Wuchse und terminaler Blüthenrispe, ferner bei den meisten Arten mit gespaltenen Blumenblattschuppen[1]), deren

---

1) Abgesehen nämlich von der Sectio IV, Aphanolepis, mit Toulicia tomentosa Radlk. (s. Sitzungsb. k. bayer. Acad., 1878, p. 373). In diese Section reiht sich auch eine neue Art ein, welche O. Kuntze in Venezuela bei Puerto Cabello im Mai 1874 mit Blüthen gesammelt hat, Toulicia brachyphylla m., und bei der im Habitus sich aussprechenden Verwandtschaft dieser Art mit Toulicia megalocarpa Radlk. (a. a. O.), welche des Mangels von

Spalttheile einen fädlichen Kamm tragen, erinnert durch ihre Frucht lebhaft an Serjania, wie andererseits die mit Toulicia zunächst verwandte, gleichfalls nur im tropischen America einheimische Gattung Porocystis, mit aufgeblasenen Fruchtknöpfen, welchen der Flügel von Toulicia fehlt, ebenso deutlich an Cardiospermum und Valenzuelia, während sie ausserdem alle Eigenschaften von Toulicia besitzt, so dass sie durch die Bezeichnung als Cardiospermum-früchtige Toulicia bestens charakterisirt ist. Beide, Toulicia und Porocystis, sind in nicht fructificirten Materialien so wenig von einander zu unterscheiden, wie Serjania und Paullinia. Ob auch Arten von Porocystis, wie solche von Toulicia (Sect. Aphanolepis — sieh „über Sapindus" pag. 373) nahezu regelmässige Blüthen besitzen, wird sich erst, wenn weitere Arten dieser Gattung bekannt werden, ergeben.

Blüthen halber einer bestimmten Section bisher nicht zugewiesen war, erscheint es nun wenigstens als sehr wahrscheinlich, dass auch T. megalocarpa der Section Aphanolepis angehöre.

Die hier neu genannte Art, welche im Anschlusse an T. tomentosa und T. megalocarpa als 10. und letzte Art der Gattung sich darstellt, mag im Folgenden kurz charakterisirt sein:

Toulicia brachyphylla Radlk.: Subglabra; folia paripinnata, paucijuga (bijuga — an semper?); foliola breviter elliptica, inferiora ovato-elliptica vel suborbicularia, breviter obtuse acuminata, breviter petiolulata, integerrima, subcoriacea, reti venarum vix prominulo instructa, epidermide non mucigera; panicula minor; flores pro genere parvi; petala 5, esquamata, extus pilis adpressis pubescentia, intus, praesertim ad marginem utrinque supra unguem subinflexam barbata; discus subaequalis, glaber.

In Venezuela ad Puerto Cabello legit O. Kuntze m. Majo 1874 florigeram: Hb. O. Kuntze n. 1737!

Durch ihre Kahlheit, durch die Kürze der Blätter und Blättchen und durch ein viel weniger hervortretendes Venennetz ist diese Art von der ebenfalls in Venezuela einheimischen T. megalocarpa deutlich verschieden.

In engster Beziehung zu einander stehen ferner Sapindus, Deinbollia und Hornea.

Sapindus, über die ganze Erde ausser Africa und Australien verbreitet und — bei bald regelmässiger, bald unregelmässiger Blüthenbildung (Sect. Dittelasma[1])) und zum Theile auf das einfache Blatt zurückgehender Blattbildung (S. oahuensis) — durch die reichlich Saponin führenden drupösen Fruchtknöpfe mit pergamentartigem Endocarpe aus bandartigen Sklerenchymzellen, sowie durch die harte Samenschale ausgezeichnet (sieh „über Sapindus etc." p. 232 ff., p. 287), knüpft unter den Gattungen der vorigen Gruppe an Allophylus (auch im Baue des Endocarpes) an und lässt sich als eine eigenartige Ausgestaltung dieser Gattung auffassen. Deinbollia, mit saponinloser, bei manchen Arten (D. xanthocarpa) geniessbarer, aber sonst Sapindus-artiger Frucht (welcher von den Autoren fälschlich ein Arillus zugeschrieben wird — sieh „über Sapindus etc. p. 247—8), und wegen dieser Frucht früher geradezu als Theil von Sapindus betrachtet, ist durch das meist polystemone Androecium ausgezeichnet — gleichsam Sapindus in Africa in polystemoner Form ersetzend. An sie schliesst sich wieder als Parallel-Gattung auf das engste die gleichfalls africanische (mauritanische) Gattung

1) Diese ursprünglich nur auf Sapindus Rarak DC. basirte Section (s. über Sapindus etc., Sitzungsb. 1878, p. 266) ist inzwischen durch Sapindus tomentosus Kurz (1875) (Pancovia t. Kurz, 1877) erweitert worden (s. Radlkofer Serj. Suppl., 1886, p. 49, Anmerk.) und hat nun eine abermalige Erweiterung zu erfahren durch die der Pflanze von Kurz, wie es der Beschreibung nach scheint, sehr nahe stehende, wenn nicht gar damit zusammenfallende Pancovia Delavayi Franchet (Plant. Yunnaenses in Bull. Soc. bot. d. France XXXIII, 1886, p. 461, coll. Delavay n. 734), welche als Sapindus Delavayi der Pflanze von Kurz hier angereiht sein mag. Leider sind mir die für eine nähere Untersuchung erbetenen Fragmente derselben noch nicht zugekommen.

Hornea an mit Flügelfruchtknöpfen — die polystemone Flügelfruchtform von Sapindus, und als solche wieder die in dieser Gruppe vorangestellte flügelfrüchtige Gattung Atalaya in ihrer nahen Beziehung zu Sapindus und als Vertreterin dieser Gattung in Australien beleuchtend.

Hornea liefert, wie Serjania neben Paullinia, wie Toulicia neben Porocystis, wie Thouinia neben Allophyllus u. s. w., aber deutlicher als alle übrigen schon berührten Gattungen den Beweis, dass die Ausbildung der Frucht zur Flügelfrucht nicht etwas die Verwandtschaft solcher Gattungen allein schon Bekundendes und ausser Frage Stellendes ist, und dass es ein verfehlter Versuch war, wenn Kurz um ihrer Flügelfrüchte willen die Gattungen Zollingeria, Dodonaea und Acer in eine Gruppe vereinigte, welcher bei entsprechender Erweiterung des von ihm betrachteten engen Gebietes dann auch Serjania, Urvillea, Thinouia, Bridgesia, Athyana, Diatenopteryx und Thouinia, weiter Atalaya, Thouinidium, Toulicia und Hornea, ferner Tristira und Alectryon, und so gut wie Dodonaea am Ende auch Sarcopteryx zuzurechnen wären, herausgerissen aus ihrer jeweiligen nächsten Verwandtschaft, und dass es ein ebenso verfehlter Versuch von Grisebach war, Thinouia, Athyana, Diatenopteryx und Thouinidium mit Thouinia in eine und dieselbe Gattung zu vereinigen, gleichwie es ein auf blosse Aeusserlichkeit basirtes verfehltes Vorgehen war, die meist mit Flügelfrüchten versehenen Malpighiaceen den ebenfalls einige (aber unter 117 nur 16) flügelfrüchtige Gattungen in sich schliessenden Sapindaceen und den Acerineen an die Seite zu stellen, wogegen schon Planchon einmal mit Recht sich ausgesprochen hat (sieh J. E. Planchon on Melianthea, Transact. Linn. Soc. XX, 3, 1851, p. 411: „Who does not follow Jussieu in considering Acerineae as immediately connected with Malpighiaceae? Yet neither habit nor

characters but merely a deceptive resemblance between the winged carpels of some Malpighiaceae and those of Acer, is the ground on which the connexion is founded. Now while such a trifling circumstance, which is almost in all cases only of generic value, is there the object of an exclusive attention, the real signs of the affinity of Acerineae with Sapindaceae seem to have escaped notice").

Bei den letzten 3 Gattungen, Sapindus, Deinbollia und Hornea, nehmen die den meisten Sapindaceen zukommenden kleinen Aussendrüsen der Blätter einen besonderen Charakter an: bei Sapindus und Hornea finden sie sich in flachen Grübchen in liegender Stellung, der Seitenwand des Grübchens inserirt, woran allein schon diese Gattungen zu erkennen sind. Bei Deinbollia sind sie in enge, schachtartige Vertiefungen zwischen die Epidermiszellen in aufrechter Stellung eingesenkt. In dieser Form finden sie sich, und zwar bald die Vertiefung eben nur ausfüllend, bald über sie hervorragend, auch bei der nächstfolgenden Gruppe der Aphanieen (nur bei Erioglossum auf eine der gewöhnlichen nahe kommende Form zurückgehend) und in der weiterfolgenden der Lepisantheen bei den Gattungen Lepisanthes und Otophora (mit alleiniger Ausnahme von O. alata, welche überhaupt drüsenlos ist), während bei Zollingeria die Drüsen denen von Sapindus ähnlich sind; endlich finden sich die eingesenkten Drüsen auch bei einigen Gattungen der Cupanieen.

(Zu Trib. IV.) Fast ebenso nahe, wie Allophylus einerseits, wie Deinbollia andererseits stehen dem Typus Sapindus die Gattungen der nun zu betrachtenden IV. Gruppe, der Aphanieen, welche, soweit sie überhaupt bisher bekannt waren (abgesehen also von Aphanococcus) alle auch schon unter Sapindus selbst eingeschlossen worden sind (sieh „über Sapindus etc. p. 238, 246, 248). Doch ist neben deutlicher Verschiedenheit der Frucht der

Bau der hier dünnen, aus mehreren flachen Lagen schwammförmigen Gewebes bestehenden Samenschale bei ihnen allen ein so abweichender von dem bei Sapindus und Deinbollia und so viel mehr auf den von Allophylus zurückgehend, dass eine Abrückung dieser Gattungen von Sapindus und eine Zusammenfassung derselben als besondere Gruppe schon dadurch als gerechtfertiget erscheint, zumal sie alle, bis auf eine in Africa einheimische Art von Aphania (A. senegalensis), ein und demselben Gebiete, der indisch-malaischen Flora nämlich, angehören.

Die hier nicht von selbst, sondern, wenn überhaupt, erst durch äussere Gewalt und erst spät zur Trennung gelangenden Fruchtknöpfe sind bei Erioglossum und Aphania saftig drupös, zum Theile geniessbar (Erioglossum rubiginocum — sieh „über Sapindus etc. p. 248 —, Aphania senegalensis, rubra — sieh ebendort p. 239), bei den anderen Gattungen entweder lederartig, nämlich bei Hebecoccus, oder crustös, bei Thraulococcus und Aphanococcus. Bei der letztgenannten Gattung, welche, wie Hebecoccus, nur durch eine Art, dem von Riedel in Nord-Celebes gesammelten A. celebicus m. (s. Durand Index Gen. p. 74), repräsentirt und mit dem auch sonst ähnlichen Hebecoccus ferrugineus durch eine warzenartige Beschaffenheit der in das Blatt eingesenkten Drüsen ausgezeichnet ist, sind die Fruchtknöpfe nur durch seichte Furchen geschieden, so dass durch diese Gattung der Uebergang zur nächst folgenden Gruppe gebildet wird.

Durch die Frucht erinnert Erioglossum stark an Allophylus, neben welche Gattung Blume Erioglossum gestellt hatte, und auch dadurch zeigt Erioglossum Anklang an die mit Allophylus verschwisterten und zu den Paullinieen hinführenden Gattungen, dass sie symmetrische Blüthen mit hoch entwickelten kappenförmigen und kammtragenden Blumenblattschuppen besitzt. Eine so weit

gehende Annäherung an die Paullinieen, wie die Gattung Erioglossum bei Bentham & Hooker gefunden hat (sie folgt dort, wenn man die unhaltbar gewordenen Gattungen Castanella, Enourea, Hemigyrosa und Dittelasma, sowie die ganz deplacirte Cupanieen-Gattung Diploglottis abrechnet, mit Valenzuelia unmittelbar auf Paullinia), scheint mir aber dadurch noch nicht gefordert zu sein, da diese Gebilde, wie ich schon früher gezeigt habe („über Sapindus etc. p. 255 ff.) wesentlich Einrichtungen physiologischer Bedeutung sind (— Saftdecken, und ihre Kämme Saft- oder Pollenmale und Pollendecken, namentlich da, wo die Kämme die Antheren erreichen, sie umgeben und ihre Farbe theilen), gleichwie auch der symmetrische Blüthenbau eine den Blüthenbesuch durch gewisse Insekten erleichternde physiologische Einrichtung ist. Beides sind Verhältnisse, die in den verschiedensten Verwandtschaftskreisen — z. B. auch bei den Erythroxyleen, die darum freilich auch schon den Sapindaceen nahe gerückt worden sind — vorkommen und sich herausbilden können, wenn darin das gleiche physiologische Bedürfniss sich geltend macht und überhaupt (der ganzen Organisation nach) in analoger Weise seine Befriedigung finden kann. Das durchaus anders gestaltete Blatt lässt die Gattung Erioglossum doch als näher mit Aphania denn mit Allophylus verwandt erscheinen und sie würde vielleicht bloss als eine Section von Aphania aufgefasst werden können, ähnlich wie die Section Dittelasma von Sapindus, wie die Sectionen Loxothouinidium und Pseudatalaya von Thouinidium und Atalaya, wenn nicht, wie in den Blumenblattschuppen, so auch in dem feineren Baue der Frucht, besonders gegenüber dem bei Aphania cartilaginösen Endocarpe (sieh „über Sapindus" etc. p. 239), tiefer gehende Unterschiede vorhanden wären.

Nicht unerwähnt will ich lassen, dass die Früchte der Aphanieen, wie auch schon die von Sapindus und wie

auch die der Lepisantheen und Nephelieen, zu theilweisem, früher oder später eintretendem Fehlschlagen ihrer Fächer hinneigen; ferner dass ihr Blatt, wie auch das vieler Lepisantheen im trockenen Zustande durch eine bleigraue, seltener durch eine gelbgrüne, unterseits auch wohl in das Bräunliche ziehende Farbe ausgezeichnet zu sein pflegt, eine Eigenthümlichkeit, welche hauptsächlich durch das Vorkommen besonderer Stoffe in der Epidermis des Blattes bedingt zu sein scheint. Von den (ausser bei Erioglossum) in das Blatt eingesenkten Drüsen der Aphanieen war schon bei der vorausgehenden Gruppe die Rede.

(Zu Trib. V.) Einen besonderen Typus stellen mit Rücksicht auf ihre Frucht, deren innere Gliederung (Fachbildung) auch äusserlich noch deutlich durch Längsfurchung und Lappung hervortritt, deren Fächer aber nicht mehr zu förmlichen Fruchtknöpfen ausgebildet sind, die Gattungen Lepisanthes und Otophora dar und werden so geeignet, den Kernpunkt einer besonderen Gattungsgruppe, der Lepisantheen, zu bilden, die sich zwischen die Gattungen mit coccaten Früchten — die Sapindeen und Aphanieen — und jene mit äusserlich gar keine Gliederung mehr verrathenden Früchten — die Melicocceen — einschiebt und mit diesen und jenen den Mangel arillöser Bildungen theilt. Blume hatte diese Gattungen direct den Melicocceen einverleibt, welchen er auch die mit Arillus versehene Gattung Schleichera — den jetzigen Kernpunkt der Schleichereen — zugezählt hatte, wie er denn in ähnlicher Weise auch die durch arillöse Bildungen ausgezeichneten Nephelieen — Gattungen Nephelium, Xerospermum u. s. w. mit Sapindus in eine Gruppe der Sapindeen zusammengestellt hatte (sieh oben p. 223). So wenig als letzteres jetzt, nachdem man die hier vorhandenen Unterschiede in der Beschaffenheit des Kelches, der Blumenblätter, des Pericarpes und hinsichtlich der eben erwähnten Arillus-Bildung

für alle Theile der Familie besser hat würdigen gelernt, mehr gebilligt werden kann, und so sehr als eine Hervorhebung der Nephelieen als besonderer Gruppe gegenüber der der Sapindeen sich desshalb empfiehlt, so geeignet erscheint es auch, die den Melicocceen durch die Beschaffenheit ihrer Frucht sonst allerdings sehr nahe stehende Gattung Schleichera von denselben abzutrennen und sie unter Angliederung der inzwischen bekannt gewordenen Gattungen mit ähnlicher Frucht- oder Samenbeschaffenheit zu einer besonderen Gruppe zu erheben. Aber auch nach dieser Abtrennung würde das Typische der Melicocceen, wie es sich in dem Fruchtbaue von Talisia und Melicocca zu erkennen gibt, noch nicht deutlich hervortreten, wenn man, wie Blume, Gattungen wie Lepisanthes und Otophora mit äusserlich noch sehr deutlich hervortretender Fruchtgliederung damit zusammenstellen wollte, und da diese Gliederung andererseits auch wieder erheblich abweicht von der der Sapindeen und Aphanieen, so ist wohl das allein Richtige, den betreffenden Gattungen als besonderer Gruppe eine intermediäre Stellung zwischen den Aphanieen und Melicocceen einzuräumen. Dabei wird allerdings für einzelne Gattungen dieser oder der Nachbargruppen die Entscheidung über ihre Stellung hier oder dort eine nicht ganz leichte — so für Aphanococcus einerseits, für Glenniea und Castanospora andererseits. Das ist aber, wo eine Gruppe vermittelnder Stellung gegeben ist, nicht wohl anders möglich und dient nur dazu, ihren vermittelnden Charakter in helles Licht zu setzen.

Vorangestellt mag in der Gruppe der Lepisantheen den schon genannten beiden Gattungen, Lepisanthes und Otophora, die mit einer pergamentartigen Flügelfrucht versehene und durch die Gestaltung dieser Frucht einigermassen an Urvillea erinnernde Gattung Zollingeria sein, welche mit eben jenen Gattungen Lepisanthes und Otophora

der indisch-malaischen Flora angehört, während alle übrigen Lepisantheen-Gattungen dem africanischen Gebiete, sei es dem Festlande, sei es den Inseln, eigen sind. Die Frucht von Zollingeria, welche der Autor der Gattung, Kurz, sich als septicid aufspringend dachte, welche aber wohl nur spät unter dem Einflusse der Verwitterung zerfallen dürfte, ist grösser als die der übrigen Gattungen dieser Gruppe, 5 cm lang, 3 cm breit. Der auch von Kurz schon ausdrücklich als arilluslos bezeichnete Same (s. Journ. Asiat. Soc., 1875, p. 182) ist locker behaart.

Bei Zollingeria tritt, was Kurz entgangen ist, symmetrische Blüthenbildung auf und eine an die von Erioglossum und gewissen Thouinieen erinnernde Bildung annähernd kappenförmiger, an der ausgerandeten Spitze übergebogener, einen kurz zweiknöpfigen Kamm tragender Blumenblattschuppen.

Aehnliches bezüglich der Symmetrie und der Blumenblattschuppen findet sich auch bei Arten von Lepisanthes (Sect. Anomosanthes) und, was die africanischen Gattungen betrifft, bei Chytranthus, Pancovia und Plagioscyphus, woselbst überall bald ungetheilte, bald zweitheilige Blumenblattschuppen vorkommen mit öfters gekerbtem oder krausem Rande und verschiedenartig entwickeltem Kamme, der bei Chytranthus Mannii als verbindende Längsleiste zwischen dem Blumenblatte und seiner Schuppe ausgebildet ist.[1]) Bei

1) Auch bei Chytranthus Prieureanus Baill. ist das theilweise zu beobachten.

Bei einer dritten, neuen Art dagegen, welche sich vor den anderen beiden durch Auftreten borstlicher Haare an den Nerven und Venen der Blattunterseite und in Form eines filzig dichten Ueberzuges an dem (20 cm) langen Blattstiele und der Blattspindel auszeichnet und welche desshalb Chytranthus setosus genannt sein mag, fehlt der nach abwärts gebogenen Blumenblattschuppe ein Kamm. Zu Hause ist diese neue Art im westlichen, tropischen Africa am Flusse „Old Calabar", woselbst sie von Mann im Februar 1863 im blühenden Zustande gesammelt wurde (coll. n. 2281; Herb. Kew).

den übrigen Gattungen dagegen erscheinen die Blumenblattschuppen und weiter die Blumenblätter selbst mehr und mehr reducirt bis zum endlichen Verschwinden derselben bei Placodiscus, Melanodiscus und Crossonephelis, ein Verhältniss, welches von hier ab in den folgenden Gruppen der Eusapindaceen sich wiederholt: in der Tribus der Schleichereen bei Schleichera, Lecaniodiscus und Haplocoelum, unter den Nephelieen bei Arten von Nephelium und Alectryon, bei Heterodendron, Podonephelium und Stadmannia, unter den Cupanieen bei Dictyoneura und Arten von Jagera und Mischocarpus. Da eine gleiche Reduction in der Blumenblattbildung auch im Fortschreiten von den ersteren zu den letzteren Gruppen der Dyssapindaceen zu beobachten ist (sieh oben in der Charakteristik der Familie, p. 176) so darf darin einiger Zusammenhang mit den übrigen verwandtschaftlichen Verhältnissen vermuthet und eine Bestätigung für das Naturgemässe der betreffenden Gruppenreihen gesehen werden.

Die Frucht von Lepisanthes ist derb lederig bis corticos und fast holzig; die von Otophora, mit im oberen Theile unvollständig entwickelten Scheidewänden (ein Verhältniss, welches sich bei Melicocca wiederholt), beerenartig fleischig, zum Theile geniessbar (O. fruticosa, sieh „über Sapindus etc.“ p. 248), oder trockenfleischig bis crustös. Bei beiden Gattungen sind die Fächer gewöhnlich ebenmässig entwickelt.

Ausgezeichnet ist Otophora weiter — worauf Blume durch den Namen hindeuten wollte — durch die (nur sehr ausnahmsweise, bei einzelnen Exemplaren nämlich von O. fruticosa — sieh die Rede über die anatomische Methode, 1883, p. 50 — fehlende) blattohren- oder nebenblättchenartige Entwicklung der untersten Fiederblättchen (ein Verhältniss, welches sich auch bei einer neuen

Art von Placodiscus, P. pseudostipularis m.[1]), und bei den Nephelieengattungen Otonephelium und Pometia wiederfindet[2]). Durch die regelmässigen Blüthen knüpft Otophora, wie auch durch den Habitus, an die Aphanieen-Gattung Aphania in ähnlicher Weise an, wie die bisher genannten Gattungen mit unregelmässigen oder meist unregelmässigen Blüthen und zum Theile kappenförmigen Blumenblattschuppen, wovon schon im Vorhergehenden (p. 240) die Rede war, an Erioglossum.

Bei Chytranthus und Pancovia (beide mit eigenthümlicher Haarbildung, s. unten im VIII. Abschnitte, die erstere Gattung ferner ausgezeichnet durch das rückwärts verbreiterte Connectiv der fast basifixen Antheren), bei Lychnodiscus, Placodiscus und Crossonephelis ist die Frucht ähnlich wie bei Lepisanthes, die Fächer aber, ausser bei

---

1) Diese im Namen schon ausgedrückte Eigenthümlichkeit mag hier zur vorläufigen Charakterisirung von Placodiscus pseudostipularis genügen unter Anfügung der Angabe, dass dieselbe im westlichen, tropischen Africa, an der Goldküste zu Hause ist, und durch Capitain Burton und Commodore Cameron an das Herbarium in Kew gelangte.

2) Aehnliches bei Gewächsen aus anderen Familien ist bekannt bei den Meliaceen (Arten von Dysoxylon, z. B. D. otophorum Miq., D. Pancheri C. DC. var. subsessilifolium C. DC.; Arten von Trichilia, z. B. T. pseudostipularis C. DC., T. riparia Mart.), bei den Burseraceen (Arten von Canarium), bei den Simarubaceen (Arten von Picrasma) und nach Angaben in Benth. Hook. Gen. auch bei den Anacardiaceen (nur in der Familiencharakteristik und ohne Bezeichnung bestimmter Gattungen erwähnt) und bei den Bignoniaceen („e. g. Anemopaegma"; auch Colea scheint hieher zu gehören).

Etwas anderes sind die nebenblattartigen Gebilde bei den Quiineen, nämlich zwischen die in Wirteln stehenden Blätter heraufgerückte Niederblätter, welche bei Unterdrückung eines Blattes auch paarweise auftreten können (s. Touroulia decastyla m. in Sitzungsb. k. b. Acad., 1889, p. 218).

der erstgenannten Gattung mit essbarer Frucht, gewöhnlich bis auf eines in der Entwicklung zurückbleibend (sieh „über Sapindus etc.“ p. 269—71). Der Grösse nach schliessen sich die Früchte von Chytranthus, Lychnodiscus, Pancovia und Lepisanthes in absteigender Ordnung denen von Zollingeria an. Von Melanodiscus, Plagioscyphus und Cotylodiscus ist die Frucht unbekannt und von Smelophyllum ist sie wenigstens mir nicht bekannt geworden. Bei Melanodiscus ist übrigens bei der nahen Verwandtschaft mit Crossonephelis eine Uebereinstimmung in der Frucht mit dieser Gattung kaum fraglich. Für Smelophyllum wird von Harvey und Sonder die Frucht beschrieben als „fleischig, aus 1—2, je kirschgrossen, 1-samigen Carpellen bestehend“, wornach auf eine Verwandtschaft dieser monotypischen Gattung mit Deinbollia geschlossen werden könnte. Da die Pflanze aber sonst zu Deinbollia keine nähere Verwandtschaft verräth, so schien es mir namentlich mit Rücksicht auf den Kelch, von dessen Beschaffenheit bei der nächsten Tribus Erwähnung geschehen soll, und mit Rücksicht auf das Auftreten von Schülferchen bei ihr, wie bei Lychnodiscus, endlich mit Rücksicht auf die Unzuverlässigkeit der Angaben in Harvey & Sonder's Fl. capensis (in welcher z. B. für Sapindus Saponaria der Arillus der Samen als statt Seife verwendbarer Theil bezeichnet wird, obwohl die Samen von Sapindus einen Arillus gar nicht besitzen) angemessener, sie vor der Hand der ganzen Reihe erst sehr unvollständig gekannter, africanischer Gattungen beizuordnen, welche den Schluss der Lepisantheen bilden. Ausser durch das erwähnte schülferchenartige Indument (welches auch bei gewissen Schleichereen, Nephelieen und Cupanieen sich findet) ist Smelophyllum ausgezeichnet durch einen reichen Gehalt saponinartiger Substanz in besonderen Zellen des Blattes (wornach ihr Name gewählt wurde).

Charakteristisch für Lychnodiscus ist der gleichsam verdoppelte, einem kurzen Handleuchter ähnliche Discus, die trichterförmige Gestalt der Blumenblätter und das 10-gliederige Androecium; für Placodiscus, Melanodiscus und Crossonephelis das Fehlen der Blumenblätter und dazu für Melanodiscus der dunkelpurpurfarbige Discus (mit 7–8 Staubgefässen im Centrum); für Crossonephelis weiter die 4-Gliederigkeit der Blüthe in Kelch und Androecium, die aber auf das Gynöcium sich nicht erstreckt.

Plagioscyphus ist ausgezeichnet durch einen schief becherförmigen Discus mit 5-seitig prismatischem Stiele in der symmetrischen Blüthe; Cotylodiscus endlich durch grössere, aus der korkigen Rinde des Stammes hervorbrechende Blüthen mit napfförmigem, innen (wie auch bei einzelnen Gattungen der folgenden Gruppen — Lecaniodiscus, Eriocoelum und Delavaya) durch den Druck der Staubgefässe rippig gestreiftem Discus und durch dornig gezähnte Blättchen. Diese beiden, den Schluss der Gruppe bildenden Gattungen, Plagioscyphus und Cotylodiscus, sind durch Papillen-Bildung an der unteren Seite der Blättchen ausgezeichnet (sieh weiteres darüber bei den Nephelieen).

(Zu Trib. VI.) Der Typus der Melicocceen findet sich am vollkommensten in den beiden americanischen Gattungen Melicocca und Talisia ausgeprägt, die erstere mit nur zwei, die letztere mit etwas über 30 Arten, zum Theile mit einfachem, geradem Stamme und grosser terminaler Blüthenrispe, das absatzweise sich entwickelnde Laub im jungen Zustande von röthlicher Farbe und schlaff herabhängend, wie bei den Arten der Leguminosengattung Browwnea, mit welcher Talisia-Arten in unseren Gärten mehrfach zusammengeworfen worden sind (s. Oliver über Talisia princeps in Hook. Ic. Pl., IV. Ser., III, p. 3, tab. 1769, May 1888).

Die ellipsoidische oder eiförmige, corticos-fleischige, ungefähr haselnussgrosse Frucht dieser beiden Gattungen, welche von Melicocca, wie zum Theile auch von Talisia (sieh „über Sapindus etc." p. 248) essbar ist, lässt die innere Gliederung äusserlich kaum mehr hervortreten, auch nicht bei ebenmässiger Ausbildung der Fächer, von welchen aber bei Talisia häufiger 2 in der Entwicklung stehen bleiben, durch den einzigen sich entwickelnden Samen zur Seite und an die Basis der Frucht gedrängt und so zu fast spurlosem Verschwinden gebracht. Bei Melicocca, in deren nur 2-fächeriger Fruchtanlage die Scheidewand nach oben unvollständig ist (wie bei Otophora in der vorigen Gruppe), sind die Blumenblätter zum Theile schuppenlos; bei Talisia — abgesehen von der einen Uebergang bildenden, nur 3-gliedrigen Section Racaria, mit nur geöhrten Blumenblättern, und von der nur 1-gliedrigen Section Cotopais, mit sehr kurzer Schuppe — mit einer dem Blumenblatte selbst an Länge gleichkommenden, aufrechten, zungenförmigen, oft zweispaltigen Schuppe versehen, welche auf der dem Centrum der Blüthe zugekehrten Seite mit einem dichten Haarüberzuge bedeckt ist. Die Fruchtwand von Talisia ist von dichtgestellten Sclerenchymzellenbündeln in radiärer Richtung durchzogen, deren äussere Enden ihr nach dem Trocknen ein gekörneltes Ansehen verleihen. Ebensolche Körnelung bedingen bei Melicocca kürzere Gruppen derartiger Zellen. Der Same besitzt, wie ich schon früher hervorgehoben habe (s. „über Sapindus etc.", 1878, p. 343), bei beiden Gattungen keinen Arillus, dafür aber eine drupöse Schale, deren fleischiger Theil wohl hauptsächlich das Geniessbare an der Frucht bildet.

Glenniea in Indien und Castanospora (mit unterseits papillösen Blättern) in Australien haben kaum oder doch nur wenig grössere (im getrockneten Zustande) crustöse, annähernd kugelige Früchte, die von Castanospora durch

schwache Furchung noch an die Fruchtbildung der Lepisantheen erinnernd, während der kurze Kelch mit annähernd offener Knospenlage, welcher die Antheren schon vor der Streckung der Staubfäden nicht mehr zu decken vermag und welcher sich in den folgenden Tribus der Schleichereen, Nephelieen und Cupanieen noch mehrfach findet, die Gattung diesen zu nähern veranlasst. Bei den vorausgehenden Tribus ist der Kelch fast stets aus starkgewölbten und deutlich imbricirten Theilen gebildet, einzelne Gattungen, wie Thinouia und besonders Diatenopteryx, dann Smelophyllum und Melanodiscus ausgenommen, bei welchen die Kelchtheile schmal und spitz 3-eckig sind, aber doch die Knospe meist noch vollständig decken.

Von den zwei africanischen Gattungen Eriandrostachys und Macphersonia hat die letztere eine dünn crustöse, kaum bohnengrosse Frucht. Von der ersteren ist die Frucht noch nicht bekannt und ihre dem Habitus nach bewerkstelligte Unterbringung an diesem Platze desshalb eine noch nicht ganz gesicherte.[1]) Macphersonia[2]) ist ausgezeichnet

---

1) Bemerkt mag hier sein, dass Baillon, der Autor der in Rede stehenden Gattung Eriandrostachys, die (5) bisquamulaten Blumenblätter derselben übersehen hat. Von den 5 Kelchtheilen sind die 3 inneren verkehrt eiförmig und am Rande blumenblattartig, in der Mitte behaart; die zwei äusseren eiförmig, spitz und ganz behaart. In den Angaben Baillon's: „calyce masculo 5—6-partito, foliolis . . exterioribus 2, 3 . . ." (s. Hist. d. Pl., V, 1874, p. 405) erklären sich die höheren Zahlen wohl daraus, dass noch eines der den äusseren Kelchblättern sehr ähnlichen Vorblätter, welche dicht an den Kelch herangerückt sind, zu diesem hinzugerechnet worden ist.

2) Für Macphersonia werden die Blumenblätter, wie schon von Blume, so auch von Bentham und Hooker und von Baillon l. c. p. 402 als schuppenlos und dabei von Blume als „2- vel inaequali-3-fida", von Baillon als „inaequali-lacera" bezeichnet. Sie sind jedoch mit 2 deutlich ober dem Nagel, vor der Lamina entspringenden, abstehenden, dicht behaarten Schuppen versehen,

durch doppelt gefiederte Blätter, wie auch die ihr zur Seite stehende Gattung Tristiropsis aus Oceanien, während die ebendort einheimische Tristira einfach gefiederte Blätter

---

welche in den erwähnten Angaben nur unrichtig gedeutet erscheinen. Unrichtig ist ferner bei Baillon der Beisatz „vel petala nulla."

Dabei bemerke ich, dass die von Baillon in Adansonia XI, 1874, p. 240 nach Exemplaren von Richard n. 631 aus Nossibé aufgestellte M. pteridophylla identisch ist mit der die Grundlage der Gattung bildenden M. madagascariensis Bl., welche wahrscheinlich auch von Richard herrührt und unter n. 394 von dem Pariser Museum an Blume mitgetheilt worden war. Ebendahin gehört auch Richard n. 322 im Hb. Franqueville und Richard n. 177 im Hb. Webb, ferner Boivin n. 2165 (ao. 1853) im Hb. Boissier, alle aus Nossibé.

Trotz dieser Identität von M. pteridophylla Baill. mit M. madagascariensis Bl. war es nicht unrichtig, wenn Baillon in seiner Histoire des Plantes, V, 1874, p. 402 die Zahl der Arten auf 2 angab, da ihm wirklich eine zweite, von ihm irrthümlich für die Blume'sche Art genommene Pflanze vorlag, nämlich Boivin n. 2166 aus Nossibé, welche später nach Exemplaren von Hildebrandt, n. 3245, aus Nosi-Komba (ao. 1879), von O. Hoffmann (Sertum Pl. madag., Festschrift . . . des Fr. Werder'schen Gymnasiums, 1881, p. 14) als M. Hildebrandti beschrieben worden ist, und zu welcher auch die von Hildebrandt an der Zanzibarküste bei Dâr es Salâm i. J. 1874 gesammelte Pflanze, n. 1240, sowie eine ebenda von Kirk im März 1868 mit reifer Frucht gesammelte zu rechnen ist.

Eine dritte, zugleich mit der zweiten von O. Hoffmann (a. a. O.) publicirte Art ist M. gracilis, coll. Hildebrandt n. 3124, ao. 1879, Nossibé.

Daran reihen sich nun 2 noch nicht publicirte Arten.

Die eine davon ist gegenüber der ihr anscheinend zunächst stehenden M. madagascariensis durch viel grössere, 4—7 cm lange, 2—3 cm breite, aber in geringerer Zahl, an jeder Fieder nämlich beiderseits nur zu 4—5 in alterirender Stellung auftretende Fiederchen und durch das Hervortreten der Inflorescenzen an den älteren, fingerdicken Zweigen ausgezeichnet und mag darnach Macphersonia cauliflora genannt sein. Sie wurde von Humblot auf Madagascar gesammelt (n. 590).

besitzt. Von den letzteren beiden Gattungen sind bisher nur Fruchtexemplare bekannt geworden. Ihre Früchte sind faserig-holzig, 3-seitig, ellipsoidisch mit schwach gefurchten Seiten, die von Tristira grösser, bis welschnussgross, mit flügelig gekieltem Fachrücken, der bei Tristiropsis nur eine scharfe Kante bildet (T. acutangula m. in Durand Index Gen. p. 76, auf den Salomonsinseln, coll. Guppy n. 272, Herb. Kew), oder selbst nur mit stumpfer Wölbung vorspringt (T. obtusangula m. ibid., auf den Marianen, coll. Gaudichaud, Herb. Paris.).

(Zu Trib. VII.) Die Schleichereen mit ebenfalls ungefähr haselnussgrossen Früchten sind kurz als Melicocceen mit arillösem Samen zu bezeichnen, wie er ausserdem unter den anomophyllen Eusapindaceen nur noch bei der folgenden Tribus der Nephelieen ausnahmslos, mit mehreren Ausnahmen aber auch noch bei der Tribus der Cupanieen vorkommt. Unter den nomophyllen Eusapindaceen ist, wie schon an den betreffenden Stellen bemerkt, deutliche Arillusbildung auf die Gattung Paullinia beschränkt, und kommt ausserdem nur sehr reducirt vor, als sogenannter „hilus macula arillosa notatus.“

Die andere, Macphersonia laevis m., in der Sammlung von Baron aus Central-Madagascar unter n. 2980 enthalten, schiebt sich zwischen M. Hildebrandti und M. gracilis ein und steht der ersteren durch die Beschaffenheit der Blüthen sehr nahe, besitzt aber kleinere und glattere Blättchen, auf deren Oberseite das bei M. Hildebrandti so deutliche Hervortreten des Venennetzes auch unter der Lupe nicht zu beobachten ist. Dadurch nähert sie sich der M. gracilis, welche aber durch kleinere Blüthen, behaarte Blattspindeln und mit kleinen Aussendrüsen an der Unterseite besetzte Blättchen abweicht.

Bemerkenswerth ist, dass bei allen diesen Arten, mit alleiniger Ausnahme von M. madagascariensis die Pallisadenzellen wiederholt der Quere nach getheilt sind.

Den Typus bildet Schleichera[1]) im tropischen Asien, mit kleinen, Nephelium-artigen, blumenblattlosen Blüthen und kurz eiförmiger oder fast kugeliger, kahler, Talisia-artiger Frucht, welche mit bald vereinzelten, bald zahlreichen spitzen Fortsätzen versehen ist, wie das in verschieden modificirter Weise namentlich bei den Nephelieen sich wieder findet. Lecaniodiscus im tropischen Africa hat ebenfalls eine äusserlich der von Talisia ähnliche Frucht, mit kurzer, dichter Haarbedeckung, und blumenblattlose Blüthen. Die Frucht enthält, auch in den abortirten Fächern, eine alle Theile überziehende Gallertmasse, welche von einer Verschleimung der Zellwände haarartiger Gebilde des Endocarpes herzurühren scheint. Haplocoelum in Südafrica, mit dünnschaliger, eiförmiger oder dreikantig-ellipsoidischer Frucht[2]), ist dadurch ausgezeichnet, dass die innere Gliederung der Frucht nicht durch unterbleibende Fortbildung einzelner Fächer, sondern durch ein frühzeitiges Auseinanderweichen der Scheidewände in der Fruchtaxe aufgehoben wird. Blumenblätter fehlen. Pseudopteris in Madagascar, mit länglich eiförmiger, an die von Lecaniodiscus erinnernder Frucht

---

1) Mit der einzigen Art Schleichera trijuga W. Was sonst noch auf die Gattung bezogen wurde, gehört zu Otophora (Sch. amoena Walp.), gewissen Cupanieen (s. über Cupania p. 544) oder selbst zu den Meliaceen (s. ebenda p. 593) und Burseraceen (s. Serj. Suppl. p. 60).

2) Die letztere Fruchtgestalt zeichnet die neue Art H. trigonocarpum m. aus, welche wie die früher (Sitzungsb. 1878, p. 336) beschriebene, H. inopleum m., auf Zanzibar sich findet und dort nach Ausweis des Herb. Kew i. J. 1868 von Dr. Kirk mit Früchten gesammelt worden ist. Ausserdem sind in Kew auch noch Blüthenexemplare aus Mombasa vorhanden, im November 1884 von Rev. Th. Wakefield gesammelt. Ausser durch die Fruchtgestalt ist diese Art auch durch kleinere, nur 3—5 cm lange, 1,6—2,2 cm breite Blättchen ausgezeichnet, welche, wie bei H. inopleum, von Sklerenchymfasern durchzogen sind.

mit crustös corticoser Schale, ist durch die stark entwickelten „Glandulae disci" vor den kaputzenförmig sie umfassenden Blumenblättern und durch ein haplostemones Andröcium ausgezeichnet; weiter durch ein vieljochiges Blatt.

(Zu Trib. VIII.) Wie die Schleichereen an die Melicocceen, so knüpfen die Nephelieen durch die Form ihrer Früchte, mit häufig nur einzeln zur Ausbildung gelangenden Fruchtknöpfen, an die Sapindeen, und mit Rücksicht auf das Unterbleiben einer Ablösung der Fruchtknöpfe nach bestimmten Spaltflächen noch mehr an die Aphanieen, oder bei geringerer Ausprägung der Fruchtknöpfe, wie sie z. B. Alectryon connatus zeigt, an die Lepisantheen an, von welchen Gruppen sie durch den arillösen Samen verschieden sind. Dazu kommt die schon oben erwähnte Knappheit des Kelches bei sehr geringer Grösse der Blüthen, Kleinheit der stets schuppenlosen Blumenblätter oder vollständiges Fehlen derselben und ein Schwanken in der Zahl der Staubgefässe zwischen 4 und 8, oft bei derselben Art. Den Blättern kommen die kleinen Aussendrüsen, welche bei Stadmannia schildförmig gestaltet sind, oft nur spärlich zu. Vielfach ist den Blättern eine papillöse Unterseite eigen von mattem Aussehen, nämlich bei Euphoria, Otonephelium, Pseudonephelium, Litchi, Nephelium (das so oft verkannte N. lappaceum durch fleckenweisses Auftreten auf's beste kennzeichnend), bei Arten von Alectryon und bei Podonephelium Homei (sieh holländ.-ind. Sapindac. p. 70, 77, 93). Dieselbe findet sich übrigens auch bei Atalaya hemiglauca und variifolia, bei zwei Lepisantheen (Plagioscyphus und Cotylodiscus, bei welchen die Papillen in der Umgebung der Spaltöffnungen auftreten und unter seitlicher Verbindung diese überwölben), einer Melicoccee (Castanospora) und bei einigen Cupanieen (bei einzelnen Arten nämlich von Cupania, bei Dilodendron

in geringem Masse, bei fast der Hälfte der Guioa-Arten, bei Storthocalyx und Gongrodiscus; s. „über Cupania", 1879, p. 482, 569, 607 etc.).[1])

---

1) Eine derartige Papillenbildung oder starke Sculptur der Cuticula nebst Wachsüberzug derselben ist es, wodurch das opake, glauke, pruinose Aussehen der Blattunterseite bei den verschiedenartigsten Gewächsen bewirkt wird.

Die erstere findet sich unter anderem auch bei Drimys granatensis L. J. (Magnoliac.); Mahonia repens G. Don und M. trifoliata Cham. (Berberid., nach Vesque Tissus etc. in Arch. Mus., 2. sér., IV, 1881, p. 48); Crataeva Nurvala Ham. (Capparid., s. Vesque Epharmosis I, 1887, tab. 74 fig. 1 und 2); Idesia polycarpa Maxim. (Bixac.); Spiranthera odoratissima St. Hil. (Rutac.); Brunellia comocladifolia Kunth, Alvaradoa Liebm. (Simarubac., s. oben p. 149); Protium Riedelianum Engl. (Burserac.); Eckebergia Rüppeliana A. Rich., Walsura hypoleuca Kurz, W. Piscidia Roxb., W. tabulata Hiern etc. (Meliac.); Cliftonia sp. (Cyrilleae); Akania Hillii Hook. f. (Staphyleac., s. oben p. 137); Rhus semialata Murr. und R. acuminata DC. (Anacard.); Pseudoconnarus fecundus Radlk., Rourea revoluta Planch. und R. subtriplinervis Radlk., Cnestis ramiflora Griff. (Connarac., s. Radlk. in Sitzungsber. etc. 1886, p. 351 etc. und oben p. 200); Cotoneaster buxifolia Wall. (Pomac., nach R. Gérard, l'anatomie comparée végétale appliquée à la Classification, Paris 1884, tab. II fig. 12); Ophiocaulon cissampeloides Mast. (Passiflor.); Aralia hypoleuca Bl., A. canescens Sieb. & Zucc. (Araliac.); Arbutus petiolaris H. B. K. (s. Niedenzu in Engler's Jahrb. 1889), Agauria sp., Erica sp., Rhododendron sp. (Ericac.); Diospyros discolor W. (Ebenac., s. die Abbild. von Vesque, Gamopetales etc., in Ann. sc. n., 7. sér., I, 1885, tab. XIII fig. 2 und dessen Angaben in Tissus etc., Arch. Mus. 2. sér., IV, 1881, p. 15); Fraxinus acuminata Lam. (Oleac.); Alstonia scholaris R. Br. (Apocyn.; s. Vesque Gamopet. etc. l. c. p. 287); Logania floribunda R. Br. und L. angustifolia Sieb. (Loganiac.); Thottea sp. (Aristoloch.); Myristica sp. (Myristicac.); Lomatia ferruginea R. Br. (Proteac.); Santalum album L. (Santal.); Amanoa oblongifolia Müll. Arg. (Euphorb.).

Die Spitze der Papillen ist häufig in ein kreis- oder sternförmiges Krönchen oder Knötchen ausgebildet, von welchem Cuticular-

Den Kernpunkt der Gruppe bildet die Gattung Nephelium, mit welcher manche Autoren die übrigen Gattungen der Gruppe geradezu verschmolzen wissen wollten, daraus eine sogenannte Collectivgattung an Stelle einer Tribus bildend, welches Vorgehen, wenn es auch nicht zu billigen ist, doch in so fern hier als ein erwünschtes bezeichnet werden kann, als es einen weiteren Hinweis auf die Natürlichkeit der Gruppe überflüssig macht. Ganz das Gleiche gilt auch für die Gruppe der Cupanieen, mit deren als Kernpunkt sich wie von selbst darbietender Gattung Cupania früher ebenfalls alles, was sich naturgemäss um sie gruppirt, mehr oder weniger zusammengeworfen wurde, ähnlich wie das auch, worauf schon bei den Aphanieen hingewiesen worden ist, mit der Gattung Sapindus der Fall war.

Durch die Gattungen mit sich öffnenden Fruchtfächern verrathen die Nephelieen, wie in den schon hervorgehobenen Eigenschaften der Blüthe nahe Beziehungen zu den Cupanieen, welchen sie auch im Habitus sehr ähnlich sind, so dass gewisse Nephelieen schon mehrfach als Arten von Cupanieen-Gattungen aufgefasst worden sind (so Xerospermum glabratum als Cupania glabrata,

---

leisten herablaufen und von einer Papille zur anderen sich fortziehen (s. z. B. Idesia und die Abbildung von Vesque für Crataeva Nurvala). Bei Amanoa sind die Papillen dickwandig und mit Tüpfelcanälen versehen, selbst an der Spitze.

Bei den zahlreichen Pflanzen mit starker Sculptur der Cuticula treten die erhabenen Theile mitunter in Form linienartiger und verästelter Kämme so stark hervor, dass sie sich selbst dem Gefühle durch schwach sammtartige Beschaffenheit der betreffenden Fläche (ähnlich wie bei frisch durchschnittenem Korke) zu erkennen geben. So bei den Arten von Oxythece (Sapotac.) und bei einer anscheinend neuen Ilex-Art aus Borneo in der Sammlung von Beccari, n. 1482.

Alectryon subcinereum als Cupania subcinerea, Podonephelium Homei als Ratonia Homei, Stadmannia Sideroxylon als Cupania Sideroxylon) und umgekehrt Cupanieen als Arten von Nephelieen-Gattungen (so Guioa semiglauca als Nephelium semiglaucum, Arytera Leichhardtii als Euphoria Leichhardtii, Arytera divaricata als Nephelium divaricatum u. s. w., Cupania vernalis als Stadmannia sorbifolia u. s. f.).

Die Nephelieen-Gattungen lassen sich, so viel nach den vorhandenen Materialien zu ersehen und zu erschliessen ist, in 4 Gruppen bringen. Die erste derselben, mit Euphoria, Otonephelium, Pseudonephelium und Litchi, ist ausgezeichnet durch den freien, fleischigen, zuckerhaltigen, geniessbaren Arillus des ungefähr haselnussgrossen Samens und einen fast geraden Embryo mit punktförmigem, an der Basis des Samens gelegenem Würzelchen; Euphoria dabei durch einen grösseren imbricirten Kelch und allein unter allen Nephelieen durch Sternhaare, Litchi, welcher wegen der Aehnlichkeit seiner Frucht mit der von Euphoria gleich nach dieser genannt sein mag, durch kleinen, klappigen Kelch und blumenblattlose Blüthen, Otonephelium durch schwach imbricirten Kelch und blattohrenartige unterste Fiederblättchen, wie bei Otophora (s. oben p. 241), Pseudonephelium ohne solche, bisher zwar erst in Blüthenexemplaren bekannt, aber von solcher Aehnlichkeit in der Beschaffenheit des Kelches und in der Structur des Blattes mit Otonephelium, dass ihre Einreihung an diesem Orte genügend gesichert erscheint. Die zweite Gruppe, mit Xerospermum, Nephelium und Pometia, welche ungefähr pflaumengrosse Früchte besitzen, ist gekennzeichnet durch einen sogenannten angewachsenen Arillus, d. h. eine fleischige und saftige, den geniessbaren Theil der Frucht bestimmter Arten dieser 3 Gattungen bildende Aussenschichte der Testa, welche

Schichte sich auch über die allein nicht fleischige Umgebung der Micropyle mantelartig herüberlegt; Xerospermum weiter durch 4—5-gliedrigen, imbricirten (Cupania-artigen) Kelch und basiläres Würzelchen des gekrümmten Embryo mit in der Längsrichtung des Samens übereinander gelagerten, dickfleischigen Cotyledonen; Nephelium dagegen durch offenen, kleinen Kelch, zum Theile fehlende Blumenblätter und bis an den Scheitel des Samens von dem Nabel abgerückte Micropyle und ebenda gelegenes Keimwürzelchen; Pometia, hinsichtlich des Blattes an Otonephelium sich anschliessend, zeigt ein kaum halb so weit, wie bei Nephelium, von dem Nabel abgerücktes Keimwürzelchen und eine leichte Doppelquerfaltung des inneren Cotyledons, sowie eine glatte Frucht, während bei den übrigen bisher genannten Gattungen die lederige Fruchtschale mit kegelförmigen oder warzigen, bei Nephelium und Euphoria auch mit langen, als Weichstacheln erscheinenden Erhebungen dicht besetzt ist. Diese beiden Gruppen gehören dem indisch-malayischen Gebiete an. In der dritten Gruppe, mit Alectryon, Heterodendron und Podonephelium, aus dem malayischen und oceanisch-australischen Gebiete, ist der Arillus aus einer labyrinthisch gefalteten, lappigen (trocken in körnige Theile zerfallenden), fleischigen, nur der Basis des Samens angewachsenen, über den oberen glänzend glatten Theil des Samens nur hinübergeschlagenen Masse gebildet, unter deren Anschwellen endlich die Fruchtknöpfe der Quere nach zersprengt werden. Der Keimling ist spiralig eingerollt oder bei Arten von Alectryon auch nur gekrümmt; die Blumenblätter fehlen, ausser bei einigen Arten von Alectryon, dessen Arten, abgesehen von A. excelsus Gärtn., dem Titoki-Baume auf Neu-Seeland mit essbarer Frucht (resp. Arillus?) von Himbeergeschmack, meist als Arten von Nephelium, seltener von Cupania und Sapindus betrachtet worden sind, oder auch als Grundlagen besonderer Gattungen (Spanoghea Bl.,

Mahoe Hillebr.[1])) Bei Podonephelium ist die Frucht mit einem Carpophorum versehen. Heterodendron ist mehr habituell ausgezeichnet durch schmal linealische, ein-

---

1) Die von Hillebrand, Flora Hawaiian Isl., 1888, p. 86 als eine fragliche Gattung betrachtete und nach dem Eingeborenennamen „Mahoe" bezeichnete Pflanze ist durch die grosse, 3 cm im Durchmesser betragende, wahrscheinlich in der Regel aus nur 1 entwickelten Coccus bestehende Frucht vor allen anderen Alectryon-Arten ausgezeichnet und mag desshalb A. macrococcus genannt sein. Auch die Blättchen sind durch ihre Grösse — 26 cm Länge, 11 cm Breite — ausgezeichnet, ferner durch das Vorkommen von Hypoderm an der oberen Blattseite, was bei keiner anderen Art beobachtet ist.

Diese neue Art ist an die Spitze der ersten Section Eyalectryon (s. holl.-ind. Sap., 1877—78, S. A. p. 93) zu stellen.

Den zweiten Platz scheint, soviel sich aus der Gestaltung der Frucht und trotz des Fehlens von Blättern ersehen lässt, in derselben Section (Eualectryon) die folgende neue Art unmittelbar vor dem ihr nächst verwandten A. excelsus zu beanspruchen, nämlich:

Alectryon strigosus m.: Folia —; petala nulla; fructus obcordato-bilobi apice divaricato-excisi cocci juniores a lateribus compressi, maturi tumide rhomboideo-ellipsoidei, angulo exteriore superiore in cristam carinato-corniformem producto, ramique inflorescentiae pilis fuscis setosis dense strigoso-tomentosi. — In Novo-Guineae regione meridionali orientali legit Rev. James Chalmers; communicavit Ferd. v. Müller ao. 1886.

An das Ende der gleichen Section mit den schon früher (a. a. O.) aufgeführten weiteren Arten: A. excelsus Gärtn., A. carinatus m. und A. sphaerococcus m. ist ferner folgende, durch ihre nicht verschleimte Epidermis in dieser Section ausgezeichnete Art zu stellen:

Alectryon reticulatus m.: Folia 2—3 juga; foliola opposita vel alterna, sublanceolata, integerrima, apice obtuso subemarginata, in petiolulos longiores attenuata, reticulato-venosa, glabra, chartacea, supra nitidula, subtus opaca (non vero papillosa), epidermide non mucigera; petala nulla (?); fructus 1-cocci, juniores a lateribus compressi, maturi globosi, styli residuis apiculati, dorso linea elevata notati, pilis setulosis adpressis raris adspersa. — In insulis sinus „Papua-Golf" Novo-Guineae; communicavit Ferd. v. Müller ao. 1886 (collectore non indicato).

fache Blätter.[1]) Näheres über die Konstituenten dieser 3 Gruppen sieh in meiner Mittheilung über die Holländisch-indischen Sapindaceen (1877—1878). Die Gattungen der

---

Mit diesen 3 neuen Arten erhebt sich die Gesammtzahl der Arten dieser Gattung von 13 früher (a. a. O.) aufgeführten Arten auf 16.

Eine Uebertragung von der vierten in die fünfte Section hat nach den inzwischen mir bekannt gewordenen Originalien Alectryon coriaccus m. (Nephelium c. Benth.) zu erfahren, welcher dem Alectryon semicinereus m. zunächst steht und, wie dieser neben dem eben aufgeführten A. reticulatus allein durch eine nicht verschleimte Blattoberhaut ausgezeichnet ist. Er unterscheidet sich von A. semicinereus durch derbere, gewöhnlich nur 1-jochige Blättchen mit ganz kurzen Stielchen und durch dichtere Behaarung der Fruchtknöpfe. Ausser der von Bentham erwähnten Pflanze von Fraser (n. 202) aus Queensland, welche durch Fraser auch an Gaudichaud und das Pariser Museum, sowie von diesem an das Wiener Museum gelangt ist, findet sich diese Art im Herbarium zu Kew auch in Exemplaren vom Tweed River, New South-Wales, von C. Moore i. J. 1867 mitgetheilt.

Dass A? canescens DC. (Prodr. I, 1824, p. 617) nicht hieher gehört, wie schon Bentham (Flor. austr. I, 1863, p. 488) ausgesprochen hat, sondern, wie ich aus dem Herb. DC. zu ersehen Gelegenheit hatte, zusammenfällt mit Terminalia circumalata F. Müll., welche nun nach den De Candolle'schen Nomenclaturregeln als Terminalia canescens zu bezeichnen ist, habe ich schon in Durand Index, Add. p. 500, n. 2249 mitgetheilt (s. oben p. 129, Anm.).

Ich bemerke schliesslich, dass es mir angemessen erscheint, den Namen Alectryon (*ἀλεκτρυών*, Hahn), welchen Gärtner offenbar mit Rücksicht auf die nach seinen Worten „oben in einen Kamm zusammengedrückte" Frucht der ihm bekannt gewesenen Art gewählt, entgegen seiner Bedeutung aber in dem Speciesnamen „A. excelsum" als Neutrum behandelt hat, fortan, wie im Vorausgehenden und schon oben, p. 250, geschehen, als Masculinum zu gebrauchen.

1) In Bentham & Hooker Gen. und darnach auch in Baillon Hist. d. Pl. werden für Heterodendron auch „gefiederte Blätter" angegeben. Mir sind solche nicht vorgekommen, auch bei H. diversifolium F. Müll. nicht, dessen Blätter gelegentlich mit ein paar dreieckigen Lappen versehen sind, so dass man sie etwa „pinnatifid", wie Bentham in der Flora autral. I, 1863, p. 469, nennen kann, aber nicht mehr.

vierten Gruppe, Pappea aus Südafrica und Stadmannia aus Mauritius sind, wie die der dritten, durch ein folliculares Aufspringen der Frucht ausgezeichnet, welches hier aber nicht der Quere nach, sondern der Länge nach in der Mittellinie stattfindet. Bei beiden Gattungen ist in der Regel nur ein Fruchtknopf entwickelt, welchem die anderen beiden als Rudimente anhängen.[1]) Pappea besitzt einfache Blätter und Blüthen mit Blumenblättern, sowie eine (von den Colonisten als „Wilde Pruime" bezeichnete) Frucht mit essbaren Theilen (wahrscheinlich dem Arillus); Stadmannia gefiederte Blätter und Blüthen ohne Blumenblätter.

(Zu Trib. IX.) Die Cupanieen, welche auch Blume schon, wie die Melicocceen und andere, als besondere Tribus unterschieden hat, zeichnen sich in deren jetziger (namentlich durch Ausscheiden von Spanoghea Bl., d. i. Alectryon, und den zu Deinbollia und Lepisanthes gehörigen Theilen der im übrigen mit Guioa zusammenfallenden Gattung Hemigyrosa Bl. — s. über Cupania etc. p. 461 — geläuterten) Gestalt durch die loculicid in Klappen sich trennende Kapselfrucht mit etwas drupösem Pericarpe vor den übrigen Tribus der anomophyllen Eusapindaceen als eine einheitliche Gruppe sehr bestimmt aus, so bestimmt, dass man alles dahin Gehörige, soweit es früher bekannt war, schon mit dem Kernpunkte der Gruppe, der Gattung Cupania, in eine Collectivgattung zu vereinigen versucht hat. Sie verrathen durch ihren Habitus, die gewöhnlich regelmässigen, oft sehr kleinen und reducirten Blüthen, welchen theils die Blumenblätter überhaupt,

1) Sind ausnahmsweise, wie es in Maout & Decaisne Traité général de Botanique, Ed. 2., 1876, p. 338 für Stadmannia dargestellt ist, alle 3 Fächer entwickelt, dann hat die Frucht nach dem Aufspringen der Fächer allerdings einige Aehnlichkeit mit einer „in 3 Klappen aufspringenden Frucht", wie sie die genannten Autoren nennen, ist aber doch nicht ganz das Gleiche.

theils wenigstens Blumenblattschuppen fehlen (— mitunter sind diese nur durch seitliche, mehr oder minder blattohrenartige Anhängsel der Blumenblätter ersetzt), und die bei den meisten Gattungen auftretende Arillusbildung eine nahe Verwandtschaft mit den Nephelieen, so dass viele derselben, namentlich wenn auch noch eine coccat-lobate Gestaltung der Frucht hinzukommt, wie bei Arytera, geradezu als Arten von Nephelium oder anderen Nephelieen-Gattungen (s. oben p. 252, 253) bezeichnet worden sind.

Wie jenes Vorgehen die Einheit der Gruppe evident macht, so spricht das letztere für die Nothwendigkeit einer Gliederung derselben, resp. der ehemaligen Collectivgattung, in eine entsprechende Zahl von Gattungen, wobei das Richtige zu treffen zur Zeit freilich dadurch sehr erschwert ist, dass von vielen Typen nur sehr unvollständige Materialien vorliegen. In zweifelhaften Fällen erschien es mir rathsam, lieber der Gefahr zuweit gehender Sonderung als der zu weit gehender Zusammenfassung sich auszusetzen, da in etwa zu weit gehender Sonderung Getrenntes sich später leicht vereinigen, nicht aber ebenso einfach einmal Vereinigtes sich wieder trennen lässt.

Die mit der neuen Gattung Tinopsis und der erst hier zur Unterscheidung gelangenden Gattung Tripterodendron sich auf 36 entziffernden Gattungen dieser Tribus lassen sich, wie ich schon anderwärts des Näheren dargelegt habe (sieh „über Cupania etc.", Sitzungsberichte d. k. bayer. Academie, 1879, p. 462 ff.) zunächst nach der Beschaffenheit des Embryo in 2 Subtribus ordnen, in welchen, unter gleichzeitiger Rücksichtnahme auf die in den geographischen Verhältnissen sich aussprechenden Sonderungen, vor allem die Beschaffenheit des Kelches — als deutlich imbricirter Cupania-Kelch, als kaum imbricirter Blighia-Kelch und als offener Matayba-Kelch (sieh a. a. O. p. 466 ff.) — Anhaltspunkte zu weiterer naturgemässer Ordnung an die

Hand gibt, sodann das Verhalten des zweiten Blattkreises der Blüthe, der Blumenblätter (welche bald kammtragende Schuppen besitzen — Guioa, Euphorianthus, Sarcopteryx, Jagera, Trigonachras, Toechima, Synima — bald kammlos, bald schuppenlos sind oder selbst fehlen — letzteres bei Dictyoneura, Arten von Jagera und Mischocarpus), weiter die Regelmässigkeit oder Unregelmässigkeit des Discus (letzteres bei Diploglottis, Arten von Guioa und in sehr geringem Grade bei Dilodendron), Besonderheiten im Androecium (Haplostemonie bei Tinopsis und Dictyoneura, vollständige Diplostemonie bei Laccodiscus und bei Diploglottis zuweilen), Besonderheiten des Samens (der meist einen ächten Arillus besitzt, seltener einen unächten, aus Schichten des Pericarpes bei Pseudima und Toechima, aus Schichten der Samenschale bei Synima und Aporrhiza, oder keinen bei Vouarana, Laccodiscus, Trigonachras?), Eigenthümlichkeiten des (bei einigen Gattungen diplecoloben) Embryo und diesen Momenten zur Seite stehend das anatomische und mikrochemische Verhalten des Pericarpes und des Blattes.

Der ersten Subtribus gehören nur americanische Gattungen an: zunächst Cupania und Vouarana mit deutlich imbricirtem (bei Vouarana blumenblattartigem) Kelche und am Rande zu Schuppen ausgebildeten Blumenblättern, die erstere aus etwas über 30 Arten mit arillosem Samen[1]),

1) Erwähnt mag hier im Vorbeigehen sein, dass zu einer dieser Arten, nämlich zu Cupania emarginata Camb. aus Brasilien, die in meiner Abhandlung über Cupania, Sitzungsber. 1879 p. 616, unerledigt gebliebene Aporetica pinnata (non Forst., resp. DC.) Hook. & Arn. Bot. Beechey's Voy. p. 61 gehört, welche Seemann auf Ratonia stipitata Benth., i. e. Sacropteryx stipitata m., bezogen hat, und von welcher ich seitdem Originalien im Hb. Kew und im Hb. Delessert zu sehen Gelegenheit hatte, mit der Standortsangabe „Coral Islands". Diese Standortsangabe haben Hooker & Arn. irriger Weise auf die Koralleninseln des Marschall-Archipels

die letztere nur aus 1 Art mit nacktem Samen in einer zweifächerigen, von den Rändern der Fächer, resp. Fruchtblätter her zusammengedrückten (der von Tina und Lepidopetalum ähnlichen) Frucht bestehend. An sie schliesst sich die monotypische Gattung Scyphonychium an, mit Blumenblättern, welche in Folge der Verwachsung mit je ihrer Schuppe bis in den Nagel hinab röhrig vertieft sind (— die Frucht unbekannt), und Dilodendron mit schuppenlosen Blumenblättern, die einzige Cupanieen-Gattung mit doppelt gefiederten Blättern, welche aber in der Zusammensetzung des Blattes noch übertroffen wird durch die gleich zu nennende neue Gattung Tripterodendron. Es folgt Pentascyphus mit Blighia-Kelch und trichterförmigen Blumenblättern (1 Art, Frucht unbekannt); weiter Matayba mit kleinem, in der Knospenlage offenem Kelche, wie Cupania über 30 Arten mit arillosem Samen in sich schliessend und eine Parallel-Gattung zu Cupania bildend; endlich die aus Cupania filicifolia Linden, wie schon oben (p. 208) bemerkt, hervorgehende, bisher noch nicht als solche unterschiedene Gattung Tripterodendron m. (die einzige Art T. filicifolium m. in sich schliessend) mit Matayba-Kelch, bisquamulaten Blumenblättern, 2-fächerigem Fruchtknoten und dreifach gefiederten Blättern.[1])

---

bezogen und sind so zu ihrer falschen Deutung der Pflanze gekommen; es sind hier aber offenbar die Koralleninseln an der Küste von Brasilien, Provinz S. Paulo, gemeint, was mit dem übrigen Vorkommen der Pflanze ganz im Einklange steht.

1) Die Pflanze, welche durch ihr hoch zusammengesetztes Blatt mit kleinen, nur 5—8 mm langen und gegen die Spitze der tertiären Blattspindeln oder auch tiefer herab nicht selten zusammenfliessenden Fiederchen ein eigenthümliches Gepräge besitzt, so dass ich sie nach cultivirten, sterilen Materialien aus dem Pariser Garten in meiner Abhandlung über Cupania etc., 1879, p. 514 n. 95 als kaum zu den Sapindaceen gehörig bezeichnet habe, kann auch jetzt noch, da ihre Frucht nicht vorliegt, nur in provisorischer Weise an der oben

Die zweite Subtribus schliesst nur eine americanische Gattung, Pseudima, ein neben 8 africanischen (einschliesslich der neuen Gattung Tinopsis) und 20 dem asiatischen und oceanischen (australisch-polynesischen) Gebiete angehörigen.

Pseudima (mit nur 1 Art) hat schuppenlose Blumenblätter und einen sehr eigenthümlichen, aus der Fruchtwand

---

bezeichneten Stelle untergebracht werden. Sie erscheint, vorausgesetzt, dass sie wirklich zu den Cupanieen gehört, als eine Art Seitenstück zu Dilodendron bipinnatum, welche ausser ihr die einzige Cupaniee mit mehr als einfach gefiedertem Blatte ist und, wie sie, was nur wenige Cupanieen auszeichnet, eine verschleimte Epidermis und aus vergrösserten Pallisadenzellen gebildete Secretzellen mit saponinartigem, Schaumbildung veranlassemdem Inhalte besitzt. Bei beiden sind weiter die Blätter mit kleinen gestielten Aussendrüsen und mit kleinen Haaren besetzt, an der Unterseite übrigens bei Tripterodendron nicht zugleich papillös.

Nach diesen habituellen und anatomischen Merkmalen schien eine Vereinigung der beiden Pflanzen in eine Gattung möglich. Die nähere Untersuchung der in neuester Zeit erst bekannt gewordenen Blüthen aber lässt das nicht zu und weist der Pflanze mit Rücksicht auf den kleinen, 5—6-zähnigen Kelch mit offener Knospenlage (Matayba-Kelch) unmittelbar neben Matayba ihren Platz an, welcher Gattung die Pflanze auch durch ihre 2-schuppigen (oft in der Zahl von 6—8 auftretenden) Blumenblätter und den 2-fächerigen, von den Rändern der Fruchtblätter her zusammengedrückten Fruchtknoten näher steht als der Gattung Dilodendron. Der Griffel ist kurz und anderssinnig als der Fruchtknoten zusammengedrückt, dolchförmig, mit an den Rändern (nahtständig) herablaufenden Narbenlinien. Die einzeln in den Fruchtfächern stehenden Samenknospen sind aufrecht, gekrümmt und apotrop, das innere Integument das äussere (wie auch bei Dilodendron) an der nach unten und aussen gekehrten Micropyle überragend. Die Staubgefässe der weiblichen Blüthe sind kurz, kaum den Fruchtknoten überragend, mit kahlen Filamenten und ungeöffnet bleibenden, schwarz-violetten Antheren. Männliche Blüthen liegen nicht vor. Die weiblichen kenne ich nur aus der Sammlung von Glaziou n. 14574. Sterile Exemplare finden sich in der gleichen Sammlung unter n. 797, 1472 und 11822, alle wohl aus der Provinz Rio de Janeiro.

so zu sagen herausgeschnittenen falschen Samenmantel. Sie ist zugleich die einzige americanische Cupaniee mit vollständig eingesenkten Aussendrüsen an den Blättern. Unvollständig eingesenkte finden sich noch bei einigen Arten von Matayba (Sect. 1).

Von den africanischen Gattungen schliessen sich zunächst wieder 4 mit Cupania-Kelch versehene nahe aneinander an, nämlich Tina, mit Blumenblattschuppen und Arillus, sowie 2-fächeriger, zusammengedrückter Frucht[1]); Tinopsis davon verschieden durch das nur fünfgliederige Androecium; Molinaea, ohne Blumenblattschuppen aber mit Arillus und mit flügelartig 3-fächeriger Frucht; Laccodiscus, ohne Blumenblattschuppen und ohne Arillus, mit 10-gliedrigem Androecium und von Sklerenchymzellenbündeln (wie bei Talisia) durchsetztem Pericarpe. Ebenso zwei Gattungen mit Blighia-Kelch: Aporrhiza mit weit von dem Hilus abgerückter Micropyle, theilweise arilloser Samenschale (durch die einem Doppelschilde ähnliche Frucht und glattes cartilaginöses Endocarp an Guioa erinnernd) und Blighia mit neben einander liegendem Keimmund und Nabel und mit einem fleischig-arillösen Samenpolster („vegetable marrow" genannt nach Macfadyen) in dickfleischiger, birnförmiger (der von Trigonachras — auch hinsichtlich des Gehaltes an saponinartiger Substanz — ähnlicher) Frucht, welche als geniessbar bezeichnet wird und von welcher er wohl den geniessbaren

---

1) Es mag im Vorbeigehen bemerkt sein, dass Tina polyphylla Baker (Linn. Soc. Journ., Bot. XXI, 1884, p. 335) zusammenfällt mit Tina fulvinervis Radlk. (s. über Cupania etc., 1879, p. 662), sowie dessen Cupania isomera (Journ. Bot., Febr. 1882, p. 51) mit Tina isoneura Radlk. (l. c. p. 663). Von Tina velutina Baker (Linn. Soc. Journ., Bot. XXII, 1887, p. 462) fehlt mir die Autopsie.

Zu T. striata m. (a. a. O.) ist Hildebrandt n. 3678 und n. 3904 zu rechnen.

Theil bildet. Endlich ihrerseits wieder 2 Gattungen mit Matayba-Kelch: Eriocoelum, mit freier Blumenblattschuppe und freiem Discus, und Phialodiscus, mit am Rande den dadurch trichterförmig gewordenen Blumenblättern angewachsenen Schuppen und dem Grunde des Kelches aufgewachsenem Discus, ferner, wenn ich eine Pflanze von Welwitsch trotz des Fehlens der Blüthen mit Recht als neue Art hieherziehe[1]), wie Blighia und einige im Folgenden zu nennende weitere Gattungen mit einer durch saponinartige Substanz ausgezeichneten, aber kleineren Frucht ohne fleischiges Samenpolster, aber mit kurzem Arillus des Samens. Alle diese Gattungen sind auf 1 oder ein paar Arten beschränkt ausser Tina und Molinaea mit je 8 Arten.

Von den asiatisch-oceanischen Gattungen bilden in ähnlicher Weise wieder engere Gruppen zunächst 5 mit Cupania-Kelch versehene Gattungen, nämlich: Guioa mit kammtragenden, gespaltenen, resp. paarweise ausgebildeten Blumenblattschuppen, flügelartig gestalteten, zusammengedrückten Fruchtfächern, glattem, knorpeligem Endocarpe, nach unten in einen Fortsatz verlängertem Arillus und diplecolobem

1) Es ist das coll. Welwitsch n. 4519—20—21 im Herb. Kew und Hb. DC., aus Angola (District Golungo alto), Phialodiscus plurijugatus m.: Folia 3—4-juga, jugo inferiore ad infimam petioli basin inserto; foliola breviter obtuse acuminata, superiora majora, nervo mediano angusto subtus carinato-prominente; pedicelli fructigeri apice striati, 5—6 mm longi; fructus obovatus, apice usque ad medium loculicide trivalvis, extus et intus glaber, siccus 2 cm longus, 1,7 cm latus; semina in loculis singula infra medium axem inserta, atro-fusca, ovata, testa basi sclerenchymatico-incrassata; arillus basilaris, brevis, cupularis.

Ob die unter Phialodiscus unijugatus in meiner Abhandlung über Cupania etc. (Sitzungsb. 1879, p. 655) erwähnten Exemplare von Mann mit 2-jochigen Blättern vielleicht besser hieher zu rechnen sind, muss ich denen zu entscheiden überlassen, welchen sie zur Hand sind. Hilfreich mag sich dabei der Mittelnerv der Blättchen erweisen, welcher bei Ph. 1-jugatus etwas verbreitert ist.

Embryo, dabei bald regelmässigem, bald unregelmässigem Discus und bald unterseits glatten, bald papillösen Blättern; Cupaniopsis, mit kammlosem Schuppenpaare, meist kleinen Blumenblättern und nicht zusammengedrückten Fruchtfächern; Rhysotoechia und Lepiderema, beide ohne Blumenblattschuppen, die erstere mit am Rande, die zweite mit fast ganz blumenblattartigen Kelchblättern, jene zugleich allein unter allen ausseramericanischen Cupanieen (bis auf eine Art) mit eingesenkten Drüsen an den Blättern; Dictyoneura, ohne Blumenblätter und haplostemon. Die Artenzahl dieser Gattungen ist beziehungsweise 31, 26, 6, 1 und 2.

Weiter 3 Gattungen mit Blighia-Kelch: Diploglottis, Euphorianthus und Storthocalyx, die ersteren beiden mit kammtragenden Paaren von Blumenblattschuppen, die erste zugleich mit 1-seitigem, die zweite mit regelmässigem Discus; die dritte mit schuppenlosen, nur an der Basis der Spreitenränder etwas eingebogenen, löffelförmigen Blumenblättern, ferner mit gefranztem Arillus und unterseits papillösen Blättern (s. oben p. 251).

Endlich 12 Gattungen mit Matayba-Kelch, welche sich nach der Beschaffenheit der Blumenblätter selbst wieder in 3 Gruppen ordnen. Bei der ersten Gruppe sind die Blumenblätter mit kammtragenden Paaren von Schuppen versehen (nur bei einer Art von Jagera, J. serrata, gelegentlich die Kämme, bei einer zweiten, J. latifolia[1]), die Blumen-

1) Diese neue Art, aus Neu-Guinea (coll. W. Sayer, ao. 1887: „Mount Obree, altid. 3000 ped.", comm. Ferd. v. Müller), von welcher mir nur Fragmente eines Blattes und einer Inflorescenz mit männlichen Blüthen vorliegen, mag hier den früher (s. über Cupania etc., 1879, p. 621) unterschiedenen 2 Arten gegenüber folgendermassen charakterisirt sein:

Jagera latifolia m.: Foliola (numerosa?) subopposita, late ovata, vix duplo longiora quam lata (circ. 14 cm longa, 7 cm lata), acuminata, basi parum inaequali obtusa petiolulis brevibus (5—6-millimetralibus) instructa, inaequaliter et subduplicatim dentato-ser-

blätter selbst unterdrückt): Sarcopteryx, Jagera und Trigonachras, alle 3 mit dickem, an saponinartiger (in besonderen Zellen enthaltener) Substanz reichem Fruchtfleische (wie die vorhin p. 263 in dieser Hinsicht schon genannten Gattungen Blighia und Phialodiscus, sowie die weiter unten noch zu nennende Gattung Lepidopetalum); die 2 ersten zugleich mit diplecolobem Embryo, die erstere, Sarcopteryx, ausserdem mit mehr oder minder geflügelten oder doch kantig-kieligen und fast ungestielten oder in einen Stiel verschmälerten Früchten[1]), die zweite, Jagera, mit

---

rata, subtus praesertim in nervis prominentibus sat numerosis (utrinque 12—13) arcuato-patentibus rhachisque subteres hispidulo-pilosa glandulisque microscopicis adspersa, impunctata (cellulis secretoriis nullis instructa), epidermide mucigera; panicula ferrugineo-tomentosa, ramis divaricatis spiciformibus; calyx ferrugineo-hispidus, parvus, cupularis, dentatus, intus (nervis elevatis) striatus, sericeus; petala nulla; discus glaber, crenato-lobatus; stamina intra et inter lobos disci inserta, filamentis antherisque glabris; germinis rudimentum biloculare setoso-hispidum.

Die Pflanze weicht durch mehrere der angeführten Verhältnisse von den bisher bekannt gewesenen Jagera-Arten ab (so durch die an Elattostachys erinnernde Inflorescenz, die Beschaffenheit des Kelches, das Fehlen der Blumenblätter, die zweifächerige Fruchtanlage), schliesst sich aber durch die habituellen und andere am Blatte hervortretende Momente (Nervatur und Zahnung der Blättchen, Verschleimung der Epidermis) unter Vermittlung auf Neu-Guinea gesammelter Exemplare von Jagera serrata m. (coll. H. O. Forbes n. 750, ao. 1886: „Base of Owen Stanley's Range), welche durch Unterdrückung der Kämme an den Blumenblattschuppen eigenthümlich sind, besser an Jagera als an eine andere der bekannten Gattungen an. Ob sie etwa als besondere Gattung zu betrachten sei, das wird erst nach dem Bekanntwerden der Frucht sich entscheiden lassen.

1) Das letztere ist ausser bei Sarcopteryx stipitata m. (s. über Cupania etc., 1879, p. 659), mit kurzem rundlichem Stiele, besonders bei einer neuen Art aus Neu-Guinea der Fall, welche ich wegen ihrer kurz elliptischen Blättchen Sarcopteryx brachyphylla nennen will. Ihre dreiflügelige, reichlich 2 cm lange Frucht

fast kugeligen, die dritte mit grossen, keulig-birnförmigen Früchten; weiter Toechima[1]) und Synima ohne saponinartige Substanz in der Frucht und mit unächtem Arillus,

---

ist vom unteren Dritttheile an in einen dreischneidigen, nach unten sich verjüngenden Stiel verschmälert. Die Pflanze ist nach der Angabe von W. Sayer, welcher sie auf dem Berge Obree i. J. 1887 bei 6000 Fuss Höhe gesammelt hat, nur 12—14 Fuss hoch. Zweige und Blattstiele sind schmutzig rauhhaarig, auch die oben und unten zugespitzten Blättchen, deren das Blatt nur 2—4 zählt, sind unterseits etwas behaart.

Fast ungestielte Früchte besitzt eine andere am Fly-River in Neu-Guinea von Sir W. Macgregor erst in diesem Jahre gesammelte (und wie die vorige von F. v. Müller mir mitgetheilte) Art, welche sich durch ihre grossen, an 20 cm langen, 8 cm breiten, ungleichseitigen, breit länglich lancettlichen Blättchen und dadurch auszeichnet, dass der beiderseits vorspringende Mittelnerv unterseits von einer in seiner Mitte hinziehenden Längsfurche gleichsam in zwei Nerven getheilt ist. Darnach mag die Pflanze Sarcopteryx holconeura genannt sein. Spuren solcher Furchung sind auch bei S. melanophloea m. gelegentlich zu bemerken, welche überhaupt dieser Art am nächsten steht und in neuerer Zeit wiederholt auf Neu-Guinea gesammelt worden ist; so von H. O. Forbes, n. 897 und 907 (Base of Owen Stanley's Range, ao. 1886) und von Dr. M. Hollrung, n. 677 (Kaiser Wilhelm's Land).

1) Diese Gattung wurde in jüngster Zeit durch eine neue (fünfte) Art aus Kaiser Wilhelm's Land, Neu-Guinea, bereichert, nämlich durch Toechima hirsutum m., coll. Dr. M. Hollrung n. 820, welche ich für Schumann und Hollrung's Publication über die Flora des genannten Landes von der zunächst damit verwandten Art, T. subteres m. (s. über Cupania etc., 1879, p. 671) unterschieden habe durch die Angabe: Differt ramis petiolisque sordide flavescenti-hirsutis, foliolis supra livescentibus, fructibus tomento adpresso pallide flavo indutis.

Eine sechste, noch nicht veröffentlichte Art, ebenfalls aus Neu-Guinea, ist die in der Sammlung von H. O. Forbes, n. 374, 637, 761, 804, ao. 1885—86, „Base of Owen Stanley's Range" (von F. v. Müller mitgetheilt), welche als Toechima livescens m. bezeichnet sein mag, da sie noch mehr als die vorige Art durch bleigraue Färbung an der Oberseite der (getrockneten) Blättchen aus-

bei Toechima aus Schichten der Fruchtwand, bei Synima aus Schichten der Samenschale gebildet. Die Artenzahl ist überall eine geringe, beziehungsweise 7, 3, 2, 6 und 1. Die zweite Gruppe ist durch kammlose Blumenblattschuppen ausgezeichnet oder (innerhalb der Gattungen Arytera, Mischocarpus und Gongrodiscus) durch geringe Entwicklung der Schuppen oder (bei Arten von Mischocarpus) selbst durch Fehlen der Blumenblätter. Hieher gehören Sarcotoechia mit durchaus fleischiger Fruchtwandung, Elattostachys mit holziger Fruchtwandung, diplecolobem Embryo und gewöhnlich zu kätzchenförmigen Inflorescenzen zusammengedrängten Blüthen[1]); Arytera mit mehr oder

gezeichnet ist. Sie unterscheidet sich von T. hirsutum durch den Mangel der diese auszeichnenden Behaarung, von T. subteres (s. a. a. O.) durch oberseits flache Blattstiele, schliesst sich dagegen durch eben diese dem auch sonst, abgesehen von der Blattfärbung, ihr sehr ähnlichen T. erythrocarpum m. (s. a. a. O.) an, besitzt aber nicht, wie dieses, 5—6 mm lang gestielte, sondern fast sitzende Wickeln. Doch sind die Blüthen mit kurzen Stielchen versehen, welche unter der Frucht bis zu 3 mm Länge erhalten. Die Fruchtwand ist eben so dick wie bei T. erythrocarpa.

1) Eine Ausnahme hievon bildet die mit länger (5 mm lang) gestielten Blüthen in lockerblüthigen, traubenförmigen, wenigästigen Rispen versehene, neue Elattostachys tetraporandra m. aus dem südöstlichen Neu-Guinea, dortselbst auf Fisherman's Island von Rev. James Chalmers gesammelt (von F. v. Müller i. J. 1886 mitgetheilt). Sie gehört zu den Arten mit wachs- bis ockergelben Antheren (s. über Cupania, 1879, p. 600) und zeichnet sich unter diesen einerseits dadurch aus, dass die Antherenfächer nicht der ganzen Länge nach, sondern nur oben und unten mit einer kurzen Spalte sich öffnen (wornach der Name gewählt ist), andererseits durch das Vorhandensein eines doppelschichtigen Hypoderms an der oberen Blattseite (wie bei E. apetala m.). Die bald gegenständigen, bald alternirenden, meist zu 5 auftretenden Blättchen sind eiförmig-länglich, 8—11 cm lang, 4—5 cm breit, stumpf, mit kurzen, angeschwollenen Stielchen versehen, oberseits glänzend, unterseits matt und hier weder bebärtet, noch mit den vielen Arten eigenen grubig-sackartigen Drüsen versehen.

weniger knopfartig oder selbst flügelartig hervortretenden Fruchtfächern und den Samen ganz oder fast ganz, nicht wie bei den vorausgehenden beiden Gattungen bloss an der Basis umgebendem Arillus; Mischocarpus mit in der Regel[1]) nach unten zu einem hohlen Stiele sich verlängernden Fruchtfächern) und in diese Verlängerung sich einschiebendem Fort-

---

1) Eine Ausnahme macht Mischocarpus paradoxus m., eine neue Art aus Neu-Guinea (coll. H. O. Forbes, n. 310, ao. 1885—86: „Sorgere, altid. 1500—5000 ped."; communicavit Ferd. v. Müller) mit stumpf dreieckig-kugeliger Frucht, deren Stiellosigkeit mit dem Gattungs-Namen in Widerspruch steht. Natürlich ist auch der Arillus hier nicht mit dem sonst in den Fruchtstiel sich einschiebenden Fortsatze versehen. Unter der Frucht ist noch ein oder das andere schuppenlose, kaum benagelte Blumenblatt erhalten. Nach der Beschaffenheit des Endocarpes und des sehr verkürzten, in 3 Narben getheilten Griffels scheint diese Art dem M. pyriformis m. aus dem östlichen Australien am nächsten verwandt zu sein. Sie ist noch ausgezeichnet durch das Auftreten der gleich über der Basis in mehrere gleich starke Aeste sich theilenden Inflorescenz an älteren, fast fingerdicken Zweigen. Das Blatt ist gross, der Stiel 10 cm lang, die Spindel 16 cm, mit etwa 7 alternirenden, eiförmigen, zugespitzten, an 18 cm langen, 7 cm breiten Blättchen besetzt.

Das Gegenstück hiezu bildet eine andere neue Art aus dem südlichen Neu-Guinea, von Rev. James Chalmers i. J. 1885 gesammelt und von F. v. Müller mitgetheilt, Mischocarpus papuanus m., welcher noch länger gestielte Früchte als M. anodontus m. besitzt, so dass von der 3,5 cm langen Frucht reichlich 2,5 cm auf den Stieltheil treffen. Auch die Stielchen der länglichen, oben und unten zugespitzten, an dem vorliegenden Blatte zu fünft vorhandenen, über und unter dessen Mitte paarweise genäherten Blättchen sind länger als die irgend einer anderen Art, 15—18 mm lang, und um das Doppelte länger als bei dem habituell zumeist ähnlichen M. sundaicus Bl., mit welchem die neue Art auch die Beschaffenheit des Endocarpes und den kahlen Discus theilt (s. über Cupania etc., 1879, p. 646), während sie durch das Vorhandensein von Blumenblättern, welches sich aus den davon zurückgelassenen Narben ergibt, noch mehr verwandtschaftliche Beziehung zu M. fuscescens Bl. verräth.

satze des Samenmantels), dabei durch ein hervorragendes engmaschiges Venennetz der Blätter ausgezeichnet; Gongrodiscus mit nach oben unvollständig septirter Frucht, in episepale Lappen entwickeltem Discus und unterseits papillösen Blättern (s. oben p. 251). Die Artenzahl dieser 5 Gattungen ist beziehungsweise 2, 11, 20, 9 und 2. Die dritte Gruppe endlich mit nur 2 Gattungen ist charakterisirt durch schildartig-trichterige Gestalt der Blumenblätter (hervorgegangen aus der Verwachsung des Blumenblattes mit seiner Schuppe an den beiderseitigen Rändern): Lepidopetalum mit flacher, glatter Vouarana-artiger, an saponinartiger Substanz (wie Blighia etc., s. oben p. 265) reicher Frucht[1]); Paranephelium mit kugeliger, holzig-höckeriger,

---

1) Von der Gattung Lepidopetalum sind in jüngerer Zeit 3 neue Arten aus Neu-Guinea bekannt geworden, so dass die Zahl ihrer Arten gegen früher (s. über Cupania etc., 1879, p. 622) sich verdoppelt.

Zwei der neuen Arten aus der Sammlung von Dr. M. Hollrung aus Kaiser Wilhelm's Land habe ich für die schon erwähnte Publication von Schumann und Hollrung über die Flora dieses Landes bereits charakterisirt. Es sind das L. subdichotomum m., coll. Hollrung n. 387, und L. hebecladum m., coll. Hollrung n. 707, erstere auch von Warburg in Bismarckland gesammelt, letztere auch in der Sammlung von Captain Everill's Expedition unter n. 449 vom Strickland-River enthalten (von F. v. Müller i. J. 1886 mitgetheilt) und von Warburg auf den Key-Inseln gesammelt.

Die dritte neue Art, ebenfalls von F. v. Müller mitgetheilt, welche ich Lepidopetalum xylocarpum nennen will, ist aus der Sammlung von H. O. Forbes n. 379 und n. 830, ao. 1886, mit der Standortsbezeichnung „Base of Owen Stanley's Range." Um sie kurz zu charakterisiren, mag hervorgehoben sein, dass sie, wie das auch sonst ihr ähnliche L. Jackianum m. (s. a. a. O.) durch eine grössere verkehrt eiförmige, von den Rändern der Fruchtblätter her beträchtlich zusammengedrückte, in einen deutlichen, 5 mm langen Stiel verschmälerte, mit diesem 3,2 cm lange, an 2 cm breite Frucht vor den übrigen Arten ausgezeichnet ist, vor L. Jackianum selbst aber durch die sklerenchymreiche, holzig-feste Fruchtwandung (welche

an die von Nephelium erinnernder Frucht und zugleich als einzige Ausnahme unter allen anomophyllen Eusapindaceen ein mit ächtem Endblättchen versehenes Blatt besitzend — jene mit 3, diese mit 2 Arten.

Wenn ich bei der Gruppirung der Gattungen innerhalb der 2. Subtribus vor allem den geographischen Beziehungen Rechnung getragen habe und nicht in erster Linie auf die verschiedene Form des Kelches Gewicht gelegt habe, so geschah das, weil unter Vergleichung mit der ersten Subtribus, die ganz einem einheitlichen Gebiete — America nämlich — angehört, die Annahme sich geltend machte, dass die Kelchverschiedenheit erst nach der Verbreitung des für die zweite Subtribus, wie für die erste, anzunehmenden besonderen Stammes über das entsprechende Gesammtgebiet hervorgetreten ist, dass sie also im africanischen Gebiete einerseits, im asiatisch-oceanischen andererseits ebenso selbstständig durch äussere Einflüsse zur Durchbildung gelangt ist, wie eine solche selbständige Modificirung allem Anscheine nach für die Abkömmlinge des anderen, des americanischen Stammes stattgefunden hat. Es erscheint, um es in anderen Worten auszudrücken, trotz der Verschiedenheit des Kelches, Matayba, als Parallel-Gattung von Cupania, in ihrem ganzen Wesen doch näher verwandt mit Cupania als mit den ebenfalls einen Matayba-Kelch besitzenden Gattungen Eriocoelum oder Elattostachys etc. aus den

---

gleichwohl, in allen nicht verholzten Zellen nämlich, reichlich Saponin enthält) und durch einen nicht bloss die Samenbasis, wie bei L. Jackianum und L. Perrottetii, sondern den Samen auf seiner ganzen Bauchseite und darüber hinaus bis auf die oberen zwei Drittheile seines Rückens bedeckenden (fast ganz angewachsenen) Samenmantel. Einen ähnlichen ventralen Samenmantel hat auch L. subdichotomum m., während er bei L. hebecladum noch weiter ausgedehnt ist, den Samen vollständig, bis auf eine kleine Stelle seines Rückens überkleidend.

ausseramericanischen Gebieten. Und wenn diese Annahme richtig ist, so möchte auch wohl die Verwandtschaft von Eriocoelum eher bei einer der mit Cupania-Kelch versehenen Gattungen aus Africa als bei der, wie sie selbst auch, Matayba-Kelch besitzenden Gattung Elattostachys etc. aus Oceanien zu suchen sein. Solche Veränderungen des Kelches, wie die hier in Rede stehenden, lassen sich leicht als Folgen einer Verschiebung der Entwicklungszeit der Blüthen in Verbindung mit dem Einflusse der bestimmten Jahreszeiten angehörigen und bei der Befruchtung thätigen Insecten denken. Der geschlossene Kelch weist wohl auf Schutzbedürftigkeit der Blüthe während einer mehr oder minder ausgesprochenen Ruheperiode zwischen ihrer Anlage und ihrer Entfaltung hin, welch' letztere dann wohl gleich in den Anfang der günstigeren Jahreszeit fallen und die Blüthe hinsichtlich der Befruchtung von den um diese Zeit vorhandenen Insecten abhängig machen würde, während der offene Kelch einer ganz in die günstigste Jahreszeit verlegten und dann wahrscheinlich rasch ablaufenden Entwicklung zu entsprechen scheint und wohl mit Anpassung der Blüthe für eine Befruchtung durch die dann eben auftretenden Insecten verbunden ist.

(Zu Trib. X.) Was die 5 Tribus der Dyssapindaceen und zwar zunächst die 3 der nomophyllen Dyssapindaceen betrifft, so sind die Gattungen der Kölreuterieen, Kölreuteria, Stocksia und Erythrophysa, durch die mehr oder minder Cardiospermum-artige Frucht enge mit einander verknüpft. Sie haben zugleich alle unregelmässige Blüthen. Die ersteren beiden gehören Asien an. Kölreuteria, von der eine zweite Art mit doppelt gefiederten Blättern erst kürzlich durch Franchet der schon seit langem bekannten mit unpaarig gefiederten, zum Theile in doppelt gefiederte übergehenden Blättern an die Seite gesetzt worden ist, bildet stattliche Bäume; Stocksia, ein dorniges Steppen-

gestrüpp, mit kleinen einfachen Blättern, ist die einzige Sapindacee mit Dornen. Erythrophysa, mit 2 Arten, stellt niedere Sträucher Südafrica's dar mit früher als die unpaarig gefiederten Blätter erscheinenden und, wie noch bei mehreren Dyssapindaceen (so bei Loxodiscus und den Harpullieen), mit einigermassen in die Augen fallenden Blüthen, wie sie bei den Eusapindaceen nirgends sich finden. Was eine enge Aneinanderschliessung dieser 3 Gattungen und ihre Hervorhebung als besondere Gruppe noch weiter angemessen erscheinen lässt, ist der Umstand, dass es bei ihnen allen in eigenthümlicher Weise die Samenschale ist, welche sich durch Gehalt an saponinartiger Substanz auszeichnet.

(Zu Trib. XI.) Die Cossignieen, zu welchen Blume auch Harpullia und Kölreuteria gerechnet hatte, stehen den Kölreuterieen sehr nahe, sind aber mit nicht aufgeblasenen, lederig krustenartigen oder (bei Delavaya) holzigen Kapselfrüchten versehen, an denen ein deutliches, wenigstens pergamentartiges Endocarp zur Ausbildung gelangt. Zugleich ist es hier, in wieder sehr eigenthümlicher Weise (bei den Gattungen, welche überhaupt darauf untersucht werden konnten — Cossignia und Llagunoa) der Embryo, welcher durch Gehalt an saponinartiger Substanz ausgezeichnet ist. Cossignia schliesst neben Arten mit einseitigem Discus (und 2—3 Samenknospen in jedem Fache) — aus den africanischen Inseln — auch eine Art mit regelmässigem Discus — aus Neucaledonien — in sich, die Section Melicopsidium bildend. Sie ist, wie Euphoria unter den Nephelieen und, wie Harpullia durch das Vorkommen von Sternhaaren mit büschelförmig stehenden Strahlen ausgezeichnet. Ihre Blätter sind gedreit oder unpaarig gefiedert. Gedreite Blätter besitzt auch Delavaya, eine erst in jüngster Zeit durch Franchet beschriebene Pflanze (D. toxocarpa, sieh Bull. Soc. bot. France XXXII,

1886, p. 462) aus China mit regelmässigen Blüthen, innen gestreiftem Discus, 2 Samenknospen (einer aufsteigenden und einer absteigenden) in jedem der 3 Fächer des Fruchtknotens und einer „holzigen, mässig aufgetriebenen, zusammengedrückten, tief zweilappigen Kapselfrucht.“ Sie dürfte bei Cossignia eher ihre nächsten Verwandten finden als bei Harpullia, mit welcher Gattung sie Franchet verglichen hat. Llagunoa ist eine durch einen einseitig aufgeschlitzten Kelch und nach der anderen Seite hin stark entwickeltem, dem Kelche aufgewachsenen Discus ausgezeichnete, blumenblattlose Gattung aus Chili und Peru mit kaum mehr als zwei Arten, denen gedreite, bei der einen auch einfach werdende Blätter zukommen. Durch die bei allen 3 Gattungen (wenn auch nicht ausschliesslich) vorkommenden gedreiten Blätter erinnert diese Gruppe lebhaft an die der Thouinieen mit Rücksicht auf deren Hauptgattungen.

(Zu Trib. XII.) Die Dodonaeeen mit papierartig dünnen, aber nicht wie bei den Kölreuterieen aufgeblasenen Kapseln stehen ihrerseits wieder den Cossignieen sehr nahe. Für sie bildet die artenreiche Gattung Dodonaea mit 39 rein australischen Arten, 1 polynesischen, 1 madagascarischen und 1 kosmopolitischen Art den Kernpunkt. Sie zeichnet sich durch die fast immer flügelartige Entwicklung ihrer gewöhnlich überdiess der ganzen Mittellinie nach mit einem wirklichen Flügel versehenen und meist septicid, seltener septifrag sich öffnenden Fruchtfächer aus. Eine ähnliche, äusserlich deutlich hervortretende Gliederung der Frucht zeigt auch Distichostemon, welche Gattung von manchen Autoren geradezu als eine Art von Dodonaea aufgefasst worden ist, und Diplopeltis, mit übrigens flügelloser Frucht. Diese beiden Gattungen gehören auch dem eigentlichen Heimathbezirke von Dodonaea an, dem australisch-polynesischen Gebiete. Nach allen diesen Verhältnissen verdienen sie mit Dodonaea als eine besondere Gattungs-

gruppe hervorgehoben zu werden. Ihnen lässt sich füglich noch die Gattung Loxodiscus aus einem Theile des gleichen Gebietes, aus Neucaledonien, anschliessen, mit Rücksicht darauf, dass ihre Frucht, obwohl nicht mehr so deutlich gegliedert und nicht mehr septicid, sondern loculicid aufspringend, im übrigen noch grosse Aehnlichkeit mit der von Diplopeltis zeigt, namentlich hinsichtlich des Auftretens gestielter Drüsen an ihrer Oberfläche, welche auch der Gattung Dodonaea nicht fremd sind (D. humilis Endl.). Durch den Charakter ihrer Frucht verbindet Loxodiscus die ganze Gruppe mit den beiden vorausgehenden. Für die Beantwortung der Frage, ob sie der vorigen Gruppe auch hinsichtlich des Saponingehaltes des Embryo sich anschliesst, fehlte geeignetes Untersuchungsmaterial, wie auch für Diplopeltis. Uebrigens darf in dieser Frage eine bejahende Antwort erwartet werden, da bei Dodonaea sich das so verhält.

Dass bei Dodonaea, namentlich in den männlichen Blüthen, die Discusbildung der Sapindaceen verwischt ist und, wenn der Discus bei ausnahmsweise vorkommenden ☿ Blüthen, resp. ♀ Blüthen mit rudimentären Staubgefässen, bei denen hier allein eine Beurtheilung seiner Lage zum Androecium möglich ist, zum Vorschein kommt, als ein kleiner intrastaminaler Wulst sich zeigt, ist schon früher, bei der Charakterisirung der Sapindaceen überhaupt, erwähnt worden. Man könnte darnach sich veranlasst sehen, Dodonaea von den Sapindaceen weg und etwa zu den Acerineen zu stellen, aber ihre nahe Verwandtschaft mit Diplopeltis gestattet das nicht. Bei Loxodiscus stellt sich, wie bei einigen Arten von Dodonaea mit gefiederten Blättern gelegentlich durch Verschwinden des Endblättchens auch eine Annäherung an die anomophyllen Dyssapindaceen heraus. Viele Arten von Dodonaea besitzen, wie alle von Diplopeltis, einfache Blätter und Uebergänge von

einfachen zu gefiederten Blättern fehlen auch nicht bei ein und derselben Art. Diplopeltis und Loxodiscus haben gefärbte, unregelmässige Blüthen.

Mit Rücksicht auf die Frucht lässt sich diese Gruppe unter den Eusapindaceen den Lepisantheen vergleichen mit der flügelfrüchtigen Gattung Zollingeria, oder bei Rücksichtnahme auf die nomophyllen Eusapindaceen mit der selbst wieder nach der Frucht mit Zollingeria vergleichbaren Gattung Urvillea. Bei den 3 bisher betrachteten Gruppen der Dyssapindaceen ist der Embryo mehr oder weniger spirolob, am wenigsten vielleicht bei Erythrophysa.

Für die anomophyllen Dyssapindaceen ergeben sich aus dem Charakter der Frucht zwei deutlich gesonderte Gruppen, die der Doratoxyleen, mit nicht aufspringenden Früchten von höchstens Haselnussgrösse, an die der Melicocceen erinnernd, und die Gruppe der Harpullieen mit Kapselfrüchten. Die letztere Gruppe an das Ende der Familie zu stellen veranlasst die bei der einen und anderen ihrer Gattungen (Xanthoceras, Ungnadia) sich aussprechende Annäherung an die Hippocastaneen.

(Zu Trib. XIII.) Die Gattungen der Doratoxyleen galten bisher bis auf Exothea für monotypisch; doch liegt nun auch für Filicium eine zweite, gleich zu erwähnende Art vor. Alle besitzen regelmässige Blüthen und nur gekrümmte Cotyledonen bis auf Hippobromus, dessen Embryo wegen Einrollung des inneren Cotyledons annähernd schneckenförmig ist. In geringerem Grade ist das auch bei Ganophyllum der Fall. Die Samenknospen sind hier vorwiegend epitrop und hängend; apotrope aufsteigende finden sich daneben, so, wie es in den vorausgehenden Triben die Regel ist, nur noch bei 3 Gattungen (Hypelate, Averrhoidium und Ganophyllum).

Hypelate in Westindien und Florida ist durch das gedreite Blatt anomal in dieser Gruppe. Exothea in Westindien und Mexico[1]) nähert sich durch die nicht ganz im Centrum des Discus, sondern auf demselben inserirten Staubgefässe den Acerineen; Samenschale und Embryo enthalten saponinartige Substanz. Von Averrhoidium in Brasilien ist die Frucht noch nicht bekannt; durch gezähnte Blättchen nähert sie sich der folgenden Gattung. Hippobromus in Africa mit geflügelter Blattspindel ist ausgezeichnet durch den annähernd spiraligen Embryo, ferner durch eine (wie bei Exothea) an saponinartiger Substanz reiche Samenschale. Doratoxylon auf den africanischen Inseln besitzt blumenblattlose, haplostemone Blüthen und einen saponinhaltigen

---

1) Die schon in Durand, Index Gen., p. 81 unter dem Namen Exothea Copalillo m. erwähnte Art aus Mexico, als deren Speciesepitheton ich den Eingebornennamen „Copalillo" gewählt habe, ist unter diesem letzteren schon von Schlechtendal (in Linnaea VI, 1831, p. 419, coll. Schiede et Deppe n. 1295) aufgeführt worden, was bei Durand in der Synonymie anzuführen übersehen wurde. Erwähnung ist davon geschehen in meiner Abhandlung über Sapindus etc., 1878, p. 360, woselbst die Pflanze übrigens von Exothea paniculata m. (Melicocca p. Juss., Hypelate p. Camb., Exothea oblongifolia Macf., Ephielis juglandinea Poepp., Sapindus lucidus Desv. ed. Hamilt., Ratonia sp. Hemsley in Biol. Centr.-Am.) noch nicht unterschieden ist. Als Unterschiede mögen für die neue Art hier angeführt sein: Bebärtung der Nervenachseln an der Unterseite der Blättchen, Fehlen von Secretzellen im Blatte, Auftreten von Krystallsand in vielen Epidermiszellen der oberseits glatteren und meist 3- (statt 2-) jochigen Blätter, tiefer herab behaarte Zweige mit weniger stark hervortretender Lenticellenbildung, endlich sparrigere Verästelung der Inflorescenzen und mehr abstehende Behaarung der Blüthenknospen.

Hieher ist wohl auch die von Hemsley in der Biol. Centr.-Am., Bot. I, p. 222 als „zweifelhafte Pflanze" bezeichnete, nach Fruchtexemplaren von Schiede aufgestellte Cyrtocarpa? Copalillo Schlecht. (in Linnaea XVI, 1842, p. 485) zu beziehen. Gesehen habe ich übrigens das betreffende Material nicht.

Embryo; sie findet sich gelegentlich mit entwickeltem Endblättchen. Ganophyllum, früher bei den Anacardiaceen untergebracht, auf den indischen Inseln zu Hause, hat ebenfalls blumenblattlose, haplostemone Blüthen und einen saponinhaltigen Embryo; dabei einen zu aufgerichteten Lappen ausgebildeten Discus, zwischen welchen innerhalb seines Randes die hier alternisepalen Staubgefässe inserirt sind. Die jungen Zweige und Blätter sind, wie bei Dodonaea, mit harzig-klebriger Substanz überzogen. Das, wie die beiden vorhergehenden Gattungen, haplostemone Filicium endlich, welches früher, in der bisher allein bekannt gewesenen Art F. decipiens aus Ceylon, den Burseraceen zugezählt wurde, obwohl schon von seinem Autor Thwaites als Sapindacee bezeichnet, ist durch das in der folgenden Tribus (bei Arten von Harpullia) sich wiederholende Auftreten von vereinzelten, hängenden, epitropen Samenknospen in den Fruchtknotenfächern eigenthümlich; es theilt mit Exothea, Doratoxylon und Ganophyllum den saponinhaltigen Embryo, mit letzteren beiden Gattungen auch das haplostemone Andröcium, mit Ganophyllum den harzigen Ueberzug der Blätter und mit Hippobromus endlich die geflügelte Blattspindel, sowie das Vorhandensein von Blumenblättern. Der letzteren Gattung rückt es nunmehr auch geographisch näher durch eine neue, auf Madagascar einheimische Art, Filicium abbreviatum m.[1])

(Zu Trib. XIV.) Die Harpullieen sind ebenfalls bis auf zwei Gattungen — Harpullia selbst und Magonia — monotypisch.

---

1) Es ist das Humblot n. 152, ausgezeichnet durch das sehr reducirte Blatt mit nur 1 Blättchenpaare und sehr breit geflügeltem Blattstiele, welcher unter Verschmälerung der Flügel nach unten die obovat-cuneate Gestalt der Blättchen in halber Grösse annähernd wiederholt.

Harpullia zählt über 20 Arten.[1]) Ein Theil derselben ist mit regelmässigen Blüthen versehen und diese (mit bald 2, bald nur 1 Samenknospe in den Fruchtfächern) gehören

---

1) Diese Zahl ergibt sich aus dem Hinzutreten einiger neuen Arten, namentlich aus Neu-Guinea, einer auch aus Australien, zu den bisher registrirten.

Eine derselben habe ich bereits vor Jahresfrist für die Publication von Schumann und Hollrung über die Flora von Kaiser Wilhelm's Land charakterisirt. Es ist das Harpullia crustacea m., coll. Dr. M. Hollrung n. 549, der H. thanatophora Bl. nahe stehend, deren Kapsel holziger ist.

Die übrigen mögen im Folgenden kurz angeführt sein.

Aus dem Subgenus I. Euharpullia, Sectio Thanatophorus (s. holländ.-ind. Sapindac. 1877, Sep.-Abdr. p. 52):

H. rhachiptera m., an H. ramiflora m. (l. c. p. 54) und H. angustifolia m. (s. über Cupania etc., 1879, p. 599) sich anschliessend, mit geflügelter Blattspindel, aber nacktem Blattstiele, und dadurch vor allen übrigen Arten dieser Section ausgezeichnet, aus Neu-Guinea vom Strickland River: Capt. Everill's Exped., ao. 1885.

H. aeruginosa m., der H. Hillii F. Müll. durch die Beschaffenheit des Endocarpes (s. holl.-ind. Sapindac., 1877, p. 51) und die Gestalt der nach oben verbreiterten, quer abgestutzten Kapsel sich anschliessend, davon aber durch elliptisch-lancettliche, zugespitzte Blättchen verschieden, welche überdies durch einschichtiges Hypoderm an der Oberseite und durch das Auftreten von Sklerenchymfasern im Mesophylle ausgezeichnet sind, aus dem südlichen und südöstlichen Theile von Neu-Guinea: Rev. James Chalmers, ao. 1885.

H. oococca m., ebenfalls der H. Hillii durch die Endocarp-Beschaffenheit nahe stehend, durch eine gespreizt zweiknöpfig-gelappte Kapsel mit verkehrt eiförmigen, an der Basis fast filzig behaarten Lappen ausgezeichnet, ferner durch grosse, elliptisch-lancettliche Blättchen mit zahlreichen, eine Art unterbrochenen Hypodermes bildenden Secretzellen an der Oberseite, aus dem südöstlichen Neu-Guinea: W. Sayer ao. 1887.

H. leptococca m., an die vorige sich unmittelbar anschliessend, aber durch kleinere, längliche, stumpfe Blättchen mit continuirlichem, einschichtigen Hypoderme über den Secretzellen und mit hervortretendem Adernetze ausgezeichnet, sowie durch gestrecktere,

dem indisch-malayischen und papuanischen Gebiete an; ein anderer Theil (das Subgenus Majidea bildend — s. über holl.-ind. Sapindac., 1877, p. 52 und über Sapindus etc., 1878, p. 273) mit unregelmässigen Blüthen und behaarten Samen findet sich in Südafrica und auf Madagascar in 2 Arten: H. madagascariensis m. (a. a. O.) und H. zangue-

---

fast gekielte und fast kahle, gelbrothe, knopfförmige Fruchtlappen, aus dem südöstlichen Neu-Guinea: Rev. James Chalmers, ao. 1885.

Aus dem Subgenus II. Otonychium, Sectio Otonychidium:

H. pedicellaris m., mit elliptischen Blättchen, sehr langen (2,5 cm betragenden) Blüthenstielen, 5 Staubgefässen und auseinander gespreizten in radiärer Richtung länglich elliptischen (2 cm messenden) Fruchtfächern, aus dem südöstlichen Neu-Guinea: C. Hartmann ao. 1887.

H. divaricata m., der vorigen Art sehr ähnlich und ihr unmittelbar sich anreihend, aber mit nur 1,5 cm langen Blüthenstielen, 7 (—8?) Staubgefässen und nur 1,2 cm in radiärer Richtung messenden Fruchtfächern, von der mit 8 Staubgefässen versehenen, früher allein aus dieser Section bekannt gewesenen H. pendula F. Müller durch nicht aufgeblasene und stark crustöse, nicht bloss pergamentartige Kapseln unterschieden, vom Bloomfields-River aus dem nördlichen Australien: Miss E. Bauer.

Ausser diesen Arten mögen auch noch die in neuerer Zeit aus Neu-Guinea eingelaufenen, wie alle vorstehenden von Ferd. v. Müller mitgetheilten Materialien angeführt sein, welche zwar, wie auch mehrere der vorstehenden, so fragmentarisch sind, dass eine sichere Bestimmung derselben kaum möglich ist, in deren Bestimmung aber doch kaum fehlgegriffen sein dürfte, wenn sie als bald mehr, bald weniger durch grössere Breite ihrer Blättchen von dem Typus sich entfernende Formen der H. angustifolia m. (s. über Cupania etc., 1879, p. 599) bezeichnet werden, welche, wie a. a. O. ausgesprochen, vielleicht selbst nur eine schmalblättrige Varietät der H. ramiflora m. darstellt. Es sind das:

Will. Binerlen n. 36, Fly-river branche, ao. 1885;

Rev. James Chalmers, südliches und südöstliches Neu-Guinea, ao. 1885;

Capt. Everill's Exped., Strickland River, ao. 1885;

H. O. Forbes n. 751 und 831, Base of Owen Stanley's Range.

barica m. (Majidea z. Kirk in Hook. Ic. t. 1097). Den letzteren zunächst steht Conchopetalum aus Madagascar (coll. Humblot n. 71, 72, nicht n. 91, 92, wie ich in Folge unrichtiger Lesung undeutlicher Ziffern in Durand Index, p. 81 angegeben habe), mit regelmässigem Discus und gefärbten Blumenblättern. Magonia in Brasilien trägt in jedem Fruchtknotenfache 8 und mehr in zwei Reihen geordnete, etwas zwischen einander geschobene Samenknospen, welche zu flachen, scheibenförmigen, thalergrossen, etwas geflügelten Samen werden. Sie steht nach letzterer Hinsicht einzig unter den Sapindaceen da; hinsichtlich der Zahl der Samenknospen kommt ihr Xanthoceras nahe. Die Blüthen sind unregelmässig, mit aufgerichtetem, einseitigem Discus, die Frucht ist eine über Welschnuss grosse Kapsel. Ebenso die Frucht von Xanthoceras, einem weissblühenden Baume Mittelasiens, dessen Blüthen ausser durch die eben erwähnte grössere Zahl der Samenknospen (6—8 in jedem Fache, zweireihig geordnet) durch den in 5 aufrechte, zwischen den Blumenblättern stehende, hornartige Drüsen ausgebildeten Discus ausgezeichnet sind. Ungnadia gehört dem nordamericanischen Gebiete an. Die symmetrische Blüthe ist der von Aesculus ähnlich; die Frucht eine gestielte, einer kleinen Birne ähnliche Kapsel (ein Mittelding zwischen Harpullia- und Aesculus-Frucht) mit haselnussgrossen Samen. Das Blatt der letzteren beiden Gattungen besitzt ein Endblättchen und ist dadurch für die Gruppe (wie das von Hypelate für die Doratoxyleen) anomal. —

Es erscheint angemessen, dasjenige aus diesem Abschnitte, was zur leichten Unterscheidung der Gattungen dienlich ist, unter entsprechender Ergänzung in einen Conspectus generum zusammenzufassen, welcher eine Fortsetzung des den Abschnitt V bildenden Conspectus tribuum darstellt und als mit diesem in unmittelbarem Zusammenhange stehend zu betrachten ist.

Conspectus generum Sapindacearum.

Tribus I. Paullinieae.

Subtribus 1. Eupaullinieae.

A. Pericarpium subdrupaceum, subexsuccum

a. Fructus schizocarpicus, tricoccus, deorsum trialatus (semina exarillata) 1. Serjania Schum.[1])

b. Fructus septifrage trivalvis, valvis saepius dorso alatis (semina plerumque arillata) 2. Paullinia L. em.

B. Pericarpium chartaceo-membranaceum (semina exarillata)

a. Fructus a basi ad apicem tenuiter trialatus, septicide vel septifrage dehiscens; folia ternata 3. Urvillea Kunth.

b. Fructus inflatus, trigono-globosus, exalatus, loculis interdum carinato-cristatis, varie dehiscens; stirpes suffruticosae vel subherbaceae 4. Cardiospermum L.

Subtribus 2. Thinouieae.

Fructus schizocarpicus, tricoccus, sursum trialatus; (semina exarillata:) folia ternata 5. Thinouia Tr. & Pl.

Tribus II. Thouinieae.

A. Petalorum squamae subcucullatae, cristatae

a. Folia simplicia

aa. Folia integra, opposita; fructus coriaceo-crustaceus, exalatus, 3- vel abortu 1-coccus 6. Valenzuelia Bert.

---

1) Ob numerum specierum, patriam, synonyma, sectiones cf. Radlkofer, Sapindaceae in Durand, Index generum phanerogamorum, 1888, p. 71 etc.

bb. Folia pinnatim inciso-partita, sparsa; fructus chartaceus, 3-alatus, capsularis, septicide dehiscens 7. Bridgesia Bert.

b. Folia pinnata

aa. Foliorum rhachis alata; sepala 5, valvata, petala aequantia (2 altius connata); fructus tricoccus, trialatus, alis sursum divergentibus 8. Athyana R.

bb. Foliorum rhachis nuda; sepala (duobis connatis) 4, aestivatione aperta, petalis plus dimidio minora; fructus dicoccus, bialatus, alis divaricato-patentibus 9. Diatenopteryx R.

B. Petalorum squamae emarginatae vel bifidae, ecristatae; folia ternata vel foliolis lateralibus rudimentariis unifoliolata, simplicia mentientia, rarius (in Allophyli speciebus) 5-foliolata

a. Fructus tricoccus, trialatus, alis sursum divergentibus 10. Thouinia Poit.

b. Fructus 3- vel abortu 2—1-coccus, coccis carnoso-drupaceis 11. Allophylus L.

Tribus III. Sapindeae.

Folia omnium pinnata, nec nisi in Sapindo oahuensi simplicia, simplificata interdum in sp. Atalayae et Touliciae.

A. Diplostemones (stamina 6—10, plerumque 8)

a. Fructus cocci (3) dorso alati (samaroidei), alis liberis patentibus margine superiore incrassatis; flores plerumque regulares

aa. Fructus cocci (seminaque) ovoidei 12. Atalaya Bl.

bb. Fructus cocci (seminaque) a lateribus compressi 13. Thouinidium R.

b. Fructus cocci (3) deorsum alati, alis cum fructus axe connatis; flores plerumque symmetrici 14. Toulicia Aubl.

c. Fructus cocci (3) exalati, inflati, membranacei, lateribus liberi, apice denique aperti; flores symmetrici 15. Porocystis R.

d. Fructus cocci exalati, drupacei, lateribus coadunati; flores plerumque regulares; seminis testa ossea; folia glandulis in foveolis oblique affixis notata 16. Sapindus L.

B. Pleiostemones (stamina 12—24, rarius 8); flores regulares

a. Fructus cocci exalati, baccati, granulato-carnosi; seminis testa coriacea; folia glandulis immersis ornata 17. Deinbollia.

b. Fructus cocci alati (samaroidei); folia glandulis in foveolis oblique affixis notata 18. Hornea Bak.

Tribus IV. Aphanieae.

Folia omnium pinnata, nec nisi in Aphania Danura et Thraulococco simplicifolio simplicia, iis Erioglossi exceptis glandulis immersis ornata.

A. Fructus lobi succulenti, subdrupacei, glabri

a. Flores symmetrici; petalorum squamae cucullatae, cristatae; endocarpium fibroso-sclerenchymaticum 19. Erioglossum Bl.

b. Flores regulares; petalorum spuamae ecristatae; endocarpium cartilagineum 20. Aphania Bl.

B. Fructus lobi crustacei, sicci fragiles, horizontaliter ellipsoidei, minutim puberuli 21. Thraulococcus R.

C. Fructus lobi coriacei, subglobosi, basi connexi, ferrugineo-tomentosi 22. Hebecoccus R.

D. Fructus lobi corticosi, subglobosi, lateribus connexi, flavido-tomentosi 23. Aphanococcus R.

Tribus V. Lepisantheae.

Folia omnium pinnata.

A. Fructus triqueter, trialatus (ellipticus, magnus, chartaceus; seminis testa pilosa); flores symmetrici, petala squamis subcucullatis cristatis aucta; folia glandulis oblique insertis notata 24. Zollingeria Kurz.

B. Fructus exalatus (inflorescentiae saepe e trunco vel e ramis vetustioribus erumpentes)

a. Sepala libera, concava, late imbricata

aa. Fructus corticoso-sublignosus (seminis testa interdum pilosa); flores plerumque symmetrici, petalorum squamae plerumque cristatae; folia glandulis immersis ornata 25. Lepisanthes Bl.

bb. Fructus baccatus, carnosus vel subexsuccus (incomplete septatus); flores regulares, petalorum squamae ecristatae; folia glandulis immersis fere semper ornata, foliola infima fere semper stipuliformia 26. Otophora Bl.

b. Sepala plus minus connata, anguste imbricata vel valvata

aa. Flores symmetrici (cfr. infra Plagioscyphus fructu ignoto)

α. Calyx urceolatus, petala unguiculata, saepius squama secundum lineam medianam adnata quodammodo bisaccata; fructus subcorticosus; folia pilis basi immersis notata 27. Chytranthus Hook. f.

β. Calyx breviter campanulatus v. turbinatus sepalo quarto reliquis angustiore; petala unguiculata, squamis crispatis cristatis aucta; fructus coriaceo-crustaceus; folia pilis parvis basi bulbosa striata immersis insignia 28. Pancovia W.

bb. Flores regulares (cfr. inf. Cotylodiscus fructu ignoto)

α. Flores petaligeri

αα. Discus simplex; fructus carnosus; folia glandulis lepidoideis obsita 29? Smelophyllum R.

ββ. Discus margine exteriore et interiore scyphoideo-elevato quasi duplex; petala infundibuliformia; stamina 10, in alabastro geniculatim biplicata; fructus coriaceo-crustaceus; folia glandulis parvis lepidoideis ornata 30. Lychnodiscus R.

β. Flores apetali; calyx valvatus

αα. Calyx 5-dentatus; stamina 8, in alabastro minus conspicue biplicata v. incurva; fructus coriaceo-crustaceus 31. Placodiscus R.

ββ. Calyx 4-partitus, stamina 7—8 32. Melanodiscus R.

γγ. Calyx 4-partitus, stamina 4; fructus coriaceo-crustaceus 33. Crossonephelis Baill.

C. Accedunt fructibus ignotis (quoad tribum inde minus certae)

a. Flores symmetrici, parvi, in thyrsis 4—6-centimetralibus e trunco erumpentes; calyx parvus, 5-partitus, imbricatus; petala 4 squamis magnis bicristatis aucta; discus oblique scyphoideus; folia subtus papillosa 34? Plagioscyphus R.

b. Flores regulares, majores (diametro 1-centimetrales), in thyrsis brevissimis e trunco lamelloso-suberoso erumpentes; calyx 5-partitus, imbricatus; petala 5 squamis galeato-cucullatis aucta; discus intus striatus; foliola rigida, spinoso-dentata, subtus papillosa 35? Cotylodiscus R.

Tribus VI. Melicocceae.

Folia Macphersoniae et Tristiropsis bipinnata, reliquorum pinnata.

A. Fructus exalatus (Eriandrostachyos ignotus)

a. Folia pinnata (simplificata interdum in Melicocca bijuga)

aa. Fructus ellipsoideus, corticoso-baccatus; seminis testa drupacea

α. Fructus granulatus, incomplete septatus; petala bisquamulata v. esquamata; antherae extrorsae 36. Melicocca L.

β. Fructus trabeculis sclerenchymaticis radiatim percursus, inde extus granulatus; pêtala auriculata v. squamata, squama plerumque elongata villosissima; antherae introrsae 37. Talisia Aubl.

bb. Fructus subglobosus, crustaceus; seminis testa crustacea

α. Calyx 5-partitus, valvatus v. anguste imbricatus; petala squama magna emarginata aucta; germen triloculare 38. Glenniea H. f.

β. Calyx cupularis, 5-dentatus, aestivatione subimbricatus, mox apertus; petala bisquamulata; germen biloculare; seminis hilum magnum; folia subtus papillosa 39. Castanospora F. Müll.

cc. Accedit fructu ignoto, flore sequentis, sepalis 5 parvis imbricatis, petalis minimis bisquamulatis, staminibus 8 in alabastro geniculatim biplicatis (cf. sequentem) 40. Eriandrostachys Baill.

b. Folia bipinnata

aa. Fructus subglobosus, crustaceus; sepala 5, parva, imbricata; petala minima, bisquamulata; stamina 8, in alabastro geniculatim biplicata; (foliola saepe minora) 41. Macphersonia Bl.

bb. Fructus ellipsoideo-trigonus vel -triangularis, sublignosus; (flores ignoti; foliola majora) 42. Tristiropsis R.

B. Fructus carinato-trialatus, sublignosus; folia pinnata (flores ignoti) 43. Tristira R.

Tribus VII. Schleichereae.

Folia omnium pinnata.

A. Flores apetali; folia 2—4-juga

a. Fructus (siccus) crasse crustaceus, plerumque abortu 1-locularis; arillus dorso integer

aa. Fructus glaber, hinc inde spinosus; embryo transversim conduplicatus; calyx parvus, 4—6-fidus valvatus v. subimbricatus; stamina 4—8, filamentis elongatis, antheris subrotundis 44. Schleichera W.

bb. Fructus tomentosus; embryo subrectus, cotyledonibus conferruminatis; calyx sacciformis, 5-lobus, imbricatus, denique fissus reflexus; discus 10-crenatus, intus striatus; stamina 10, in alabastro geniculatim biplicata, filamentis filiformibus, antheris elongatis 45. Lecaniodiscus Planch.

b. Fructus (siccus) tenuiter crustaceus, fragilis, dissepimentis in axe solutis 1-locularis; arillus dorso fissus; embryo notorrhizus, cotyledonibus crassis superpositis, Saponino foetus; filamenta (floris ♂) quam sepala lineari-oblonga breviora, antherae lineares; foliola cellulis fibrosis in omni directione percursa 46. Haplocoelum R.

B. Flores petaligeri; petala 5, disci glandulas cucullatim obtegentia; stamina 5; fructus corticosus; folia 20—25-juga 47. Pseudopteris Baill.

Tribus VIII. Nephelieae.

Folia Heterodendri et Pappeae simplicia, reliquorum pinnata.

A. Fructus indehiscens; foliola subtus plerumque tuberculato-papillosa, nec nisi in Xerospermo et Pometia laevia

a. Arillus liber

aa. Calycis lobi imbricati

α. Stirpes stellato-pilosae; petala interdum nulla 48. Euphoria Comm.

β. Pili simplices

αα. Foliola infima stipuliformia 49. Otonephelium R.

ββ. Foliola stipuliformia nulla 50. Pseudonephelium R.

bb. Calycis lobi parvi valvati 51. Litchi Sonn.

b. Arillus cum testa connatus, circa micropylen tantum margine libero testae incumbens

aa. Micropyle hilo proxima, inde radicula basilaris; calycis lobi 4—5, petaloidei, concavi, late imbricati 52. Xerospermum Bl.

bb. Micropyle a hilo quam maxime remota, inde radicula apicalis; calycis lobi parvi, valvati; petala interdum nulla 53. Nephelium L.

cc. Micropyle inter seminis basin et apicem intermedia, inde radicula lateralis; foliola infima stipuliformia 54. Pometia Forst.

B. Fructus folliculatim dehiscens; foliola subtus plerumque laevia, nec nisi in nonnullis Alectryonis et Podonephelii speciebus papillosa

a. Loculi transversim dehiscentes; arillus ad basin seminis granulato-lobulatus

aa. Fructus estipitatus

α. Folia pinnata, petala interdum nulla 55. Alectryon Gärtn.

β. Folia simplicia, petala nulla 56. Heterodendron Desf.

bb. Fructus stipitatus; folia pinnata; petala nulla 57. Podonephelium Baill.

b. Loculi dorso longitudinaliter dehiscentes

aa. Flores petaligeri; folia simplicia 58. Pappea Eckl. et Z.

bb. Flores apetali; folia pinnata 59. Stadmannia Lam.

Tribus IX. Cupanieae.

(Cf. „über Cupania etc." in Sitzungsber. k. bayer. Acad. 1879, p. 494 etc., ubi characteres generum fusius exponuntur.)

Folia Tripterodendri 3-pinnata, Dilodendri 2-pinnata, reliquorum pinnata (rarissime simplificata inveniuntur in Cupania glabra et macrophylla).

Subtribus I. Cupanieae lomatorrhizae (omnes americanae).

A. Calyx poly- (plerumque 5-) sepalus, 2-seriatim imbricatus

a. Petala 2-squamata

aa. Sepala subcoriacea; semina arillata 60. Cupania L.

bb. Sepala petaloidea; semina exarillata (fructus 2-locularis, compressus) 61. Vouarana Aubl.

b. Petala squama bifida margine utroque ungui adnata instructa 62. Scyphonychium R.

c. Petala esquamata; folia bipinnata 63. Dilodendron R.

B. Calyx profunde partitus, anguste imbricatus 64. Pentascyphus R.

C. Calyx parvus, subcupularis, dentato-lobatus, praecociter apertus (petala bisquamata)

a. Folia pinnata 65. Matayba Aubl. em.

b. Folia tripinnata 66. Tripterodendron R.

Subtribus II. Cupanieae notorrhizae (praeter Pseudima omnes extraamericanae).

A. Americana, calyce Cupaniae, petalis esquamatis, arillo spurio pericarpico (folia praesertim subtus glandulis immersis notata) 67. Pseudima R.

B. Africanae

a. Calyx Cupaniae 2-seriatim imbricatus

aa. Petala 2-squamata; fructus 2-locularis, compressus; semina arillata

α. Stamina 8 68. Tina R. et S. em.

β. Stamina 5 69. Tinopsis R.

bb. Petala esquamata vel (marginibus inflexis) subsquamulata

α. Stamina 8, fructus trialato-trilobus; semina arillata 70. Molinaea Comm.

β. Stamina 10, fructus trilobato-trigonus, extus et intus setosus sarcocarpio radiatim sclerenchymatico; semina exarillata 71. Laccodiscus R.

b. Calyx profunde partitus, anguste imbricatus

aa. Petala bisquamulata; stamina 7; fructus biscutellaris endocarpio cartilagineo; seminis testa partim arilloso-carnosa; radicula a hilo remota 72. Aporrhiza R.

bb. Petala (squama adnata) basi saccata; stamina 8; fructus trigono-pyriformis, Saponino foetus; semina spermophoro carnoso (spurie) arillata 73. Blighia Kön.

c. Calyx (Mataybae) parvus, dentato-lobatus, praecociter apertus

aa. Petala squama libera emarginata aucta; discus liber, intus costatus; endocarpium lanuginosum 74. Eriocoelum H. f.

bb. Petala (squamis adnatis) infundibuliformia; discus calyci extus costato adnatus; pericarpium Saponino foetum 75. Phialodiscus R.

C. Asiatico-oceanicae

a. Calyx (Cupaniae) 2-seriatim imbricatus

aa. Petala squamis 2 cristatis instructa; fructus trialato-trilobus endocarpio cartilagineo; arillus caudatus; embryo subdiplecolobus 76. Guioa Cav.

bb. Petala squamis 2 ecristatis instructa, saepius ipsa squamaeformia, parva; fructus triqueter, trigonoglobosus vel ellipsoideus; plures lepidotae 77. Cupaniopsis R.

cc. Petala esquamata vel glandulis bifurcis appendiculata

α. Sepala margine petaloidea; folia plerumque glandulis immersis notata 78 Rhysotoechia R.

β. Sepala fere tota petaloidea; foliorum rhachis lepidota 79. Lepiderema R.

dd. Petala nulla (stamina 5) 80. Dictyoneura Bl.

b. Calyx (Blighiae) profunde partitus, anguste imbricatus

aa. Petala squamis 2 cristatis instructa

α. Discus 1-lateralis 81. Diploglottis H. f.

β. Discus regularis 82. Euphorianthus R.

bb. Petala marginibus inflexis vix subsquamulata; folia subtus papillosa; (arillus fimbriatus, dimidiatus) 83. Storthocalyx R.

c. Calyx (Mataybae) parvus, dentato-lobatus, praecociter apertus

aa. Petala squamis 2 cristatis instructa, rarius cristae (in Jagera serrata interdum) vel petala ipsa suppressa (in Jagera latifolia)

α. Pericarpium Saponino foetum

αα. Fructus acutangulus, angulis alatis v. subalatis; (embryo subdiplecolobus) 84. Sarcopteryx R.

ββ. Fructus obtusangulus, obovoideo-subglobosus, setosus (embryo subdiplecolobus) 85. Jagera Bl.

γγ. Fructus obtusangulus, clavato-pyriformis, magnus 86. Trigonachras R.

β. Pericarpium Saponino destitutum

αα. Arillus spurius, pericarpicus 87. Toechima R.

ββ. Arillus adnatus, epispermaticus 88. Synima R.

bb. Petala squamis 2 ecristatis instructa, rarius subsquamata tantum (Arytera sp., Mischocarpus sp., Gongrodiscus) vel omnino nulla (Mischocarpus sp.)

α. Fructus septis completis

αα. Arillus perbrevis, cupularis

* Pericarpium totum carnosum 89. Sarcotoechia R.

** Pericarpium lignosum (embryo subdiplecolobus); inflorescentia plus minus amentiformis 90. Elattostachys R.

ββ. Arillus semen totum vel fere totum obtegens (basi exappendiculatus); fructus plerumque coccato-lobatus, lobis divaricatis; foliola arcuato-nervosa, reti venarum inconspicuo; nonnullae lepidotae 91. Arytera Bl.

γγ. Arillus semen totum vel fere totum obtegens, plerumque basi processu calcariformi appendiculatus; fructus trigono-pyriformis v. globosus, plerumque longius stipitatus; foliola insigniter reticulato-venosa 92. Mischocarpus Bl.

β. Fructus septis incompletis; discus in glandulas episepaleas productus; folia subtus papillosa 93. Gongrodiscus R.

cc. Petala cum squama magna connata, peltato-infundibuliformia

α. Fructus bilocularis, compressus, Saponino foetus 94. Lepidopetalum Bl.

β. Fructus (indole) trilocularis, trigono-globosus, lignosus, tuberculato-echinatus (folia imparipinnata) 95. Paranephelium Miq.

Tribus X. Koelreuterieae.

A. Arbores insignes foliis pinnatis (in subbipinnata transeuntibus) vel bipinnatis, rhachi nuda; (flores mediocres, flavidi;) capsula loculicida 96. Koelreuteria Laxm.

B. Frutices humiles

a. Frutex spinosus foliis simplicibus; (flores minores;) capsula loculicida 97. Stocksia Benth.

b. Frutices inermes, foliis pinnatis, rhachi marginata; (flores speciosiores petalis rubris;) capsula utriculosa (denique irregulariter fissa) 98. Erythrophysa E. Mey.

Tribus XI. Cossignieae.

A. Flores petaligeri

a. Folia impari-pinnata, paucijuga vel 1-juga (trifoliolata); foliola integerrima, pilis fasciculato-stellatis insignia; flores regulares vel irregulares; capsula coriaceo-crustacea, loculicido-septicida 99. Cossignia Comm.

b. Folia trifoliolata; foliola dentata (glabra dicta); flores regulares; capsula lignosa 100. Delavaya Franch.

B. Flores apetali; folia trifoliolata vel simplicia, flores irregulares (calyce unilateraliter fisso); capsula coriaceo-crustacea, loculicida 101. Llagunoa R. et P.

Tribus XII. Dodonaeeae.

A. Flores petaligeri (petalis coloratis), irregulares

a. Frutex foliis pinnatis (rhachi marginata); capsula trigona, loculicida 102. Loxodiscus H. f.

b. Suffrutices foliis simplicibus integris vel pinnatifidis; capsula coccato-lobata, septicida 103. Diplopeltis Endl.

B. Flores apetali, regulares
  a. Stamina 8 vel pauciora; folia pinnata vel simplicia; capsula plerumque alata, alis chartaceo-membranaceis 104. Dodonaea L.
  b. Stamina 15—30; folia simplicia; capsula trialata, alis foliaceis 105. Distichostemon F. Müll.

Tribus XIII. Doratoxyleae.

A. Stamina quam sepala plura
  a. Folia ternata 106. Hypelate P. Br.
  b. Folia (abrupte) pinnata
    aa. Foliola integerrima 107. Exothea Macf.
    bb. Foliola serrato-dentata
      α. Rhachis foliorum nuda; (petala nulla) 108. Averrhoidium Baill.
      β. Rhachis foliorum alata; (germinis loculi 1-gemmulati) 109. Hippobromus E. & Z.
B. Stamina tot quot sepala
  a. Petala nulla
    aa. Stamina sepalis opposita 110. Doratoxylon Thou.
    bb. Stamina sepalis alterna 111. Ganophyllum Bl.
  b. Petala 5 112. Filicium Thw.

Tribus XIV. Harpullieae.

A. Folia spurie impari-pinnata (vel interdum pari-pinnata)
  a. Discus parvus (plerumque regularis); petala flavido-viridescentia (indumentum fasciculato-stellatum) 113. Harpullia Roxb.
  b. Discus dilatatus, pentagonus; petala rubra 114. Conchopetalum R.
  c. Discus in floris dorso in lamellas 2 (exteriore majore) alte productus; (petala flavescentia; semina multa, plana, magna, alata) 115. Magonia S. Hil.

B. Folia vere impari-pinnata

a. Discus regularis in glandulas corniformes petalis alternas productus (petala alba) 116. Xanthoceras Bunge.

b. Discus 1-lateralis, obliquus (petala rosea; capsula stipitata) 117. Ungnadia Endl.

VIII. Anatomische Charaktere.

Wie aus dem Vorhergehenden zu ersehen ist, habe ich von anatomischen Charakteren, wie für die Umgrenzung, so auch für die Gruppirung der Sapindaceen Gebrauch gemacht, wenn auch mehrfach nur zur Verstärkung anderer Unterscheidungsmerkmale und wenn auch im ganzen nur in geringem Masse. Ich glaube nicht nöthig zu haben, das erst noch zu rechtfertigen, nachdem die anatomische Methode, welcher ich durch meine früheren Mittheilungen über die Sapindaceen, und namentlich über die Gattung Serjania (1868 — 1875 — 1886), wie später durch entsprechende Arbeiten über Pflanzen aus anderen Familien in der botanischen Systematik Bahn zu brechen versucht habe, nun soweit eingebürgert ist und sich derartige Geltung verschafft hat, dass die aus ihrer Bethätigung hervorgehenden Arbeiten geradezu die Signatur der botanischen Literatur unserer Zeit bilden.

Wenn ich ausser dem gelegentlich schon Eingeflochtenen hier noch einiges Weitere aus den betreffenden Untersuchungen (wie theilweise schon in meiner Rede über die anatomische Methode in der botanischen Systematik, München 1883, p. 32—33, 50—54, und an anderen Orten) mittheilen und unter Erläuterung und Erweiterung des in der Charakteristik (p. 173) Angeführten zu einer Art Gesammtbild über das anatomische Verhalten der Sapindaceen vereinigen darf, welches in der weiter folgenden Betrachtung über die Verwandtschaftsverhält-

nisse der Sapindaceen sich nutzreich erweisen wird, so ist das Folgendes.

Es sei vor allem aus der oben (p. 173) gegebenen Charakteristik daran erinnert, dass den Sapindaceen ein derartig hervorstechender anatomischer Charakter, wie er z. B. den Rutaceen in dem Auftreten eigenthümlicher lysigener Secretlücken in Rinde und Blatt und der dadurch bedingten durchsichtigen Punkte in letzterem, den Anacardiaceen und Burseraceen in den weichbastständigen Balsamgängen oder auch noch den, wie diese, mit den Sapindaceen in naher Beziehung stehenden Meliaceen in den ausnahmslos hier vorhandenen Secretzellen des Blattes und der eines Sklerenchymringes entbehrenden Rinde zukommt, nicht eigen ist. Die Sapindaceen zeichnen sich zwar in ihrer grossen Mehrzahl auch durch das Vorkommen von Secretzellen aus, welche denen der Meliaceen ähnlich sind und welche die bei ihnen im getrockneten Blatte seit langem bekannten, aber oft schwer mit voller Deutlichkeit zu erkennenden durchsichtigen Punkte und Strichelchen bilden, welche weiter häufig saponinartige Substanz enthalten und in Folge dessen beim Schütteln der betreffenden Theile mit Wasser die bekannte Schaumbildung veranlassen, dadurch nicht selten allein schon mit grosser Zuverlässigkeit eine Sapindacee indicirend. Aber das Vorkommen dieser Secretzellen ist nicht bloss kein allgemeines, sondern auch bei den Arten der gleichen Gattung kein constantes, ja nicht einmal für eine betreffende Art ein stets gleichmässiges und ausnahmsloses, und saponinartige Substanz tritt auch in anderer Weise, denn als Inhalt solcher Secretzellen bei den Sapindaceen (wie bei anderen Gewächsen) auf, aber auch wieder nicht bei allen Sapindaceen in irgend einem Theile. Zu dem ersteren sei unter Verweisung auf die weiter unten folgenden näheren Angaben bemerkt, dass z. B. viele Aphanieen und Nephelieen keine Spur von Secretzellen besitzen, dass z. B. von den

zwei Arten von Pancovia die eine, P. bijuga Secretzellen (von den beiden überhaupt vorkommenden Formen) besitzt, die andere, P. turbinata dagegen derselben gänzlich entbehrt, ferner dass z. B. selbst bei Sapindus Saponaria die Secretzellen nicht immer sich finden; zu dem zweiten, dass z. B. auch der Embryo von Filicium (und anderen Gattungen, sieh im Folgenden, p. 299), in welchem Secretzellen nicht enthalten sind, Schäumung veranlasst, wie der Inhalt der Secretzellen in der Frucht von Sapindus Saponaria etc. (s. „über Sapindus" etc., p. 289).

Das Vorkommen dieser beiden Verhältnisse darf aber darum nicht etwa als werthlos betrachtet werden; vielmehr kann bald das eine, bald das andere im Zusammenhange mit anderen anatomischen oder morphologischen Merkmalen einen hohen Werth gewinnen und zu einer Entscheidung führen, die ohne dasselbe nicht zu erlangen gewesen wäre. Fehlt demnach den Sapindaceen eine anatomische Eigenthümlichkeit, welche für sich schon genügen würde, um eine Pflanze als Sapindacee kenntlich zu machen, so leistet die anatomische Methode doch auch bei ihnen, was nur immer von ihr erwartet werden kann, indem sie genügende Kriterien an die Hand gibt, um auch sterile Materialien in Verbindung mit den Merkmalen des Habitus — der Stellung und Gestaltung der Blätter (welche meist zusammengesetzt sind und dabei abgesehen von den rankenden und den trifoliolaten Sapindaceen mit nur wenigen Ausnahmen[1]) des normalen Endblättchens entbehren, sieh oben p. 208) — in fast allen Fällen sicher als Sapindaceen erkennen zu lassen. Von

1) Es sind das die zu den nomophyllen Eusapindaceen gehörigen monotypischen Gattungen Athyana und Diatenopteryx, wie die zu den nomophyllen Dyssapindaceen gehörigen Gattungen Koelreuteria, Erythrophysa, Loxodiscus und Dodonaea, endlich die trotzdem bei den anomophyllen Dyssapindaceen eingereihten monotypischen Gattungeu Xanthoceras und Ungnadia.

besonderer Wichtigkeit ist in dieser Hinsicht ausser den Secretzellen und dem Saponingehalte der schon in der Charakteristik hervorgehobene und weiter unten noch näher zu besprechende Sklerenchymring; ferner das häufige Auftreten charakteristischer kleiner Aussendrüsen.

Es finden sich weiter zahlreiche anatomische Charaktere, welche für bestimmte Gruppen, sei es von Gattungen, sei es von Arten, grossen Werth besitzen, indem sie die verwandtschaftlichen Verhältnisse derselben beleuchten und praktische Unterschiede an die Hand geben, so dass dadurch das Urtheil auch über mangelhaftes Material, welches der meist eingeschlechtigen Blüthen halber so häufig ist, zu einem eben so sicheren gestaltet wird, als wenn es das vollständigste, mit ♂ und ♀ Blüthen und mit Früchten versehene wäre.

Es möge im Folgenden das Nähere hierüber beigebracht sein und zwar unter Beginnen mit den wichtigsten Theilen — mit Embryo, Same und Frucht, welchen die Blüthentheile folgen sollen, um mit den vegetativen Organen, Blatt und Zweig, zu schliessen. —

Für den Embryo ist von besonderer Wichtigkeit der Gehalt an saponinartiger Substanz, welche durch Schaumbildung beim Schütteln mit Wasser sich verräth, und bald in besonderen Zellen enthalten ist, bald im allgemeinen das Gewebe erfüllt. Das erstere ist z. B. bei Haplocoelum (s. „über Sapindus etc.“ p. 289) und bei Xerospermum acuminatum (s. ebenda) der Fall. Nicht in besonderen Zellen eingeschlossen und nur durch die Schaumbildung sich verrathend, wobei aber nur bei Entstehung eines wirklich seifenartigen, längere Zeit stehen bleibenden Schaumes auf solche Substanz ein sicherer Schluss gemacht werden kann, oder wenn ausserdem auch noch eine Rothfärbung des Zellinhaltes durch Schwefelsäure sich bewerkstelligen lässt, ist die saponinartige Substanz in dem Embryo von Cossignia, Llagunoa, Dodonaea, Exothea, Doratoxylon, Gano-

phyllum, Filicium (s. „üb. Sapind.", p. 289), Harpullia thanatophora und Magonia. Auch das Vorkommen von Gerbstoff in besonderen Zellen ist von bald grösserer, bald geringerer Bedeutung. Rücksichtlich der Reservenahrungssubstanzen können sich Verschiedenheiten nicht nur bei nahe verwandten Gattungen, sondern auch bei den Arten derselben Gattung finden. So besitzt Serjania durchaus einen Oel und Aleuron führenden, amylumfreien Embryo. Paullinia in einem Theile ihrer Arten ebenfalls; bei anderen Arten aber tritt neben Oel Amylum auf und bei wieder anderen verdrängt das Amylum das fette Oel, indem gleichzeitig Gerbstoff enthaltende Zellen zwischen den Amylum führenden auftreten.

Für Arillus und Samenschale, deren Bau auch bei nahe verwandten Gattungen sehr verschiedene Verhältnisse zeigen kann, Verhältnisse, über deren Wichtigkeit in systematischer Hinsicht wohl kein Zweifel besteht, will ich nur ein paar Fälle hervorheben: Ein im trockenen Zustande hier harter, dort bröckeliger Arillus, der erstere meist dunkelbraun und aus Gerbstoff führendem Gewebe gebildet, der andere hellbraun (oder weisslich) und vorwiegend aus Amylum führenden Zellen (mit nur wenigen, dazwischen eingestreuten Gerbstoff führenden) bestehend, findet sich besonders bei verschiedenen Arten von Paullinia, für die einen, wie die anderen als etwas Charakteristisches erscheinend; ein reichlich ölführender und desshalb auch getrocknet fleischiger und beim Zerdrücken mehr oder minder schmieriger Arillus dagegen ist der der meisten Cupanieen; zuckerreich ist der von Euphoria und Litchi, auch der von Diploglottis und Schleichera. Aehnliche Verschiedenheiten zeigen auch die aus Schichten der Samenschale oder des Pericarpes hervorgehenden arillusartigen Bildungen. Extreme in der Bildung der Samenschale habe ich schon bei der Gruppenbildung (s. p. 236) hervorzuheben Gelegenheit gehabt. Es

zeigen sie von sonst einander nahestehenden Gewächsen z. B. Cardiospermum mit krustenartiger — Serjania mit hautartiger, Sapindus (sieh „über Sapindus" p. 235) und die nahe verwandte Gattung Deinbollia mit beinharter, dicker — Aphania (und mit ihr übereinstimmend die sämmtlichen Gattungen der Aphanieae — s. „über Sapindus" p. 240) mit dünnschaliger, aus schwammförmigem, zusammengedrücktem Gewebe gebildeter Testa. Aehnlich gebaut ist sie bei Allophylus, Pometia etc. Auch die Samenschale kann der Ort für die Ablagerung saponinartiger Substanzen sein: so bei Exothea und Hippobromus; ferner bei Kölreuteria, Stocksia und Erythrophysa (innere Parthie), welche darnach sich innig aneinander schliessen (sieh oben p. 272), wie andererseits Cossignia und Llagunoa durch den schäumenden Embryo, denen darin auch Dodonaea nahe kommt (sieh oben p. 274). Behaarung der Samenschale ist für die Unterscheidung gewisser Arten von Paullinia, Allophylus, Lepisanthes und ganzer Sectionen von Cardiospermum und Harpullia von Belang. Sie findet sich auch bei Sapindus und Zollingeria.

Den Bau des Pericarpes und seine Wichtigkeit in systematischer Hinsicht habe ich schon in meiner Abhandlung über Sapindus für bestimmte Fälle beleuchtet, namentlich hinsichtlich besonderer Eigenthümlichkeiten des Endocarpes, wie bei Sapindus (l. c. p. 234), bei Aphania (l. c. p. 239) und hinsichtlich des Vorkommens saponinartiger Substanz in besonderen Zellen oder Zellschichten bei Sapindus (l. c. p. 234) — gegenüber Aphania (l. c. p. 239), Thraulococcus (l. c. p. 246), Hebecoccus (l. c. p. 247), Deinbollia (l. c. p. 247) und Otophora (l. c. p. 248); bei Blighea und Phialodiscus (s. oben p. 263), bei Sarcopteryx, Jagera, Trigonachras und Lepidopetalum (l. c. p. 288); ferner mit gewissen Modificationen bei Nephelium, Xerospermum, Guioa, Elattostachys

und Harpullia (l. c. p. 288); dann bei Arten von Lepisanthes und Otophora (l. c. p. 289). Bei einer Art von Lepisanthes ist die betreffende Substanz ausgezeichnet durch doppelte Lichtbrechung (l. c.). Bei anderen Gattungen führen ähnlich gelagerte Secretzellen des Pericarpes einen gummiharzartigen, in der lebenden Pflanze wohl milchsaftartigen Inhalt, welcher keine Schaumbildung veranlasst (so bei Serjania und Paullinia). Auffallend ist, dass auch dünnschalige Früchte durch beträchtliche Schaumbildung gelegentlich bedeutenden Gehalt an saponinartiger Substanz verrathen, wie Harpullia und Conchopetalum, wie weiter Stocksia, Erythrophysa, Cossignia, Llagunoa, Dodonaea, ferner Bridgesia, Athyana und Diatenopteryx (bei welcher auch der Fruchtflügel Zellen mit saponinartigem Inhalte aufweist), sowie Atalaya.

Die hier und in der vorausgehenden Betrachtung des Samens und des Embryo genannten Gattungen dürften die wesentlicheren sein unter den durch Gehalt an saponinartiger Substanz in Frucht und Same ausgezeichneten. Die meisten übrigen Gattungen zeigten, soweit entsprechendes Material für deren Untersuchung vorlag, entweder nur ein undeutliches oder ein direct negatives Verhalten. Rücksichtlich des Blattes wird weiter unten (p. 304) das Entsprechende angeführt werden.

Auf die eigenthümliche Endocarp-Beschaffenheit ist auch schon im Vorhergehenden Bezug genommen worden bei der Charakterisirung von Guioa und Aporrhiza (Aehnlichkeit mit Aphania) und im Zusammenhange damit auf Besonderheiten des Pericarpes überhaupt bei Sarcotoechia und Elattostachys, bei Pseudima und Toechima. Eine eigenthümliche Structur des Pericarpes (Durchsetzung mit radiären Sklerenchymsträngen) hat weiter schon Erwähnung gefunden unter Talisia und Laccodiscus. Anatomische Eigenthümlichkeiten der Fruchtwandung sind es weiter,

welche für die Unterscheidung und Gruppirung der Arten von Harpullia von grossem Werthe sind (sieh holländ.-ind. Sapindac., 1877—78, p. 51). Dabei ist zu bemerken, dass anatomische Eigenthümlichkeiten mit den morphologischen Verschiedenheiten der Früchte, durch welche engere Gattungsgruppen, Gattungen und Gattungssectionen, sowie in vielen Fällen auch die Arten von einander unterschieden erscheinen, fast immer vergesellschaftet sind und eine besondere Hervorhebung nur desshalb nicht erfuhren, weil dafür hier eine besondere Veranlassung nicht vorhanden war.

Was die Blüthentheile betrifft, so ist die Structur der Antheren und des Pollens (s. oben p. 177) eine in der ganzen Familie ziemlich gleichförmige und an die der verwandten Familien sich anschliessende. Die Blumenblätter sind bei mehreren Gattungen ausgezeichnet durch der Länge nach sie durchziehende Reihen von Milchsaftschläuchen und einen oft reichlichen Besatz von kleinen Drüsen auf ihrer Innenseite (beides bei Serjania, Paullinia etc.). Im Kelche sind wie in den Laubblättern Secretzellen zu finden.

Die Laubblätter, von denen mir übrigens für 2 Gattungen — Tinopsis und Delavaya — Untersuchungsmaterial nicht zu Gebote stand, sind fast überall bifacial gebaut und meist durch Vorkommen von besonderen Secretzellen im Inneren, wie von kleinen Aussendrüsen, ausgezeichnet.

Eine Annäherung an concentrischen Bau ist durch pallisadenartige Streckung der Zellen auch an der unteren Blattseite zu beobachten bei Elattostachys vitiensis und noch vollständiger bei Lecaniodiscus fraxinifolius, Heterodendron oleifolium und diversifolium, Kölreuteria, Stocksia, Erythrophysa, Diplopeltis, Dodonaea platyptera und anderen Arten von Dodonaea und bei Xanthoceras; ferner durch Vorkommen von Spaltöffnungen auch auf der Oberseite bei Arten von Serjania (S. trichomisca, sphenocarpa, californica, cissoides), bei

Pappea capensis, Lepiderema papuana und bei Arten von Dodonaea. In manchen Fällen kommen Spaltöffnungen oberseits höchstens in der Nähe der Nerven vor; so bei gewissen Arten von Serjania (sieh Suppl. p. 41). Eine andere Annäherung an concentrischen Bau des Blattes zeigen ferner die weiter unten angeführten Fälle mit sehr reducirten Intercellularräumen im schwammförmigen Gewebe.

Die Secretzellen des Blattes, welche bei vielen Arten in zweierlei Form neben einander, bald scharf geschieden, bald mit mancherlei Uebergängen, auftreten — gestreckt schlauchförmige („Secretschläuche"), zu längeren oder kürzeren einreihigen Zellenzügen verknüpft nahe der unteren Epidermis, bald mit den Gefässbündeln verlaufend, bald unabhängig von diesen, und (von oben gesehen) rundliche oder unregelmässig buchtige („Secretzellen" im engeren Sinne) im schwammförmigen Gewebe oder an dessen Grenze gegen das Pallisadengewebe oder im Pallisadengewebe selbst (s. Serj. Suppl. p. 37, tab. VI) erscheinen bei entsprechender Grösse und Inhaltsbeschaffenheit an der getrockneten Pflanze in Form durchsichtiger Punkte oder Strichelchen. Ihr Inhalt, welcher in der lebenden Pflanze wohl immer milchsaftartig ist, zeigt ähnliche Modificationen, wie bei den analogen Zellen der Früchte; er ist bald glasartig hell und farblos, bald trüb oder gelbbraun bis schwarzbraun gefärbt; bald ziemlich vollständig in Alkohol löslich, harzartig oder gummiharzartig, bald löslicher in Wasser und dann, was auf eine saponinartige Substanz hindeutet, beim Schütteln gelegentlich starke Schaumbildung veranlassend, wie z. B. der von Valenzuelia und Smelophyllum (s. über Sapindus etc. p. 290), von Haplocoelum, Dilodendron, Tripterodendron, Sarcopteryx, Hypelate trifoliata, Magonia u. a.; auch Gerbstoffreaction kann derselbe zeigen, wie bei Stocksia und Erythrophysa. Ob die giftigen Eigenschaften vieler Sapindaceen an diese Milchsäfte

gebunden sind, ist erst noch zu untersuchen. Bei einzelnen Arten enthalten die Secretzellen auch Chlorophyllkörner (Paranephelium).

Das Vorkommen der Secretzellen ist bei fast allen Arten, denen sie überhaupt zukommen, ein regelmässiges, wenn auch nicht immer gleich häufiges, und nur bei gewissen Arten ein schwankendes (so bei Urvillea ulmacea, Sapindus Saponaria und S. Mucorossi, bei Xerospermum Noronhianum, bei Guioa glauca — s. „über Cupania etc." p. 612).

Nicht beobachtet sind diese Secretzellen (bald beiderlei, bald wenigstens die nicht gestreckten) bisher bei Arten von Atalaya, Sapindus, Deinbollia, Hornea; bei den Aphanieen, ausser Arten von Erioglossum und Aphania; bei Lepisanthes, Chytranthus, Lychnodiscus, Placodiscus, Melanodiscus, Crossonephelis; bei den Melicocceen ausser Castanospora und Tristiropsis; bei den Schleichereen ausser Haplocoelum; bei den Nephelieen ausser Euphoria und Pappea, Arten von Xerospermum, Nephelium und Pometia; bei gewissen Cupanieen, nämlich bei Scyphonychium, Pseudima, Laccodiscus, Aporrhiza, Blighia, Eriocoelum racemosum, Phialodiscus, Arten von Guioa, Cupaniopsis und Rhysotoechia, bei Dictyoneura, Sarcopteryx Martyana, Jagera latifolia (s. oben p. 265), Arten von Elattostachys, Arytera und Lepidopetalum; endlich, was die Dyssapindaceen betrifft, bei Koelreuteria, Loxodiscus, Diplopeltis zum Theile, bei Arten von Dodonaea, bei Exothea Copalillo (s. oben p. 276), bei Doratoxylon, Ganophyllum, Arten von Harpullia, bei Xanthoceras und Ungnadia.

Es sind die Secretzellen, wenn ihre Grösse gering und ihr Inhalt vor dem der Nachbarzellen für das Auge nicht besonders ausgezeichnet ist, ebenso wenn sie auf bestimmte Stellen beschränkt sind, wie z. B. bei Athyana auf die

Umgebung der Mittelrippe, mitunter schwer nachzuweisen und mögen da und dort wohl noch sich auffinden lassen, zumal sie bei manchen Arten, wie vorstehend erwähnt, nicht stets auftreten. Bei Gattungen, welchen gewöhnlich die beiderlei Secretzellen, gestreckte und nicht gestreckte zukommen, sind durch das Fehlen der letzteren gelegentlich verwandtschaftliche Gruppen ausgezeichnet (sieh Serjania Suppl. p. 42, unter B 1).

Von anderen Vorkommnissen, welche durchsichtige Punkte oder Strichelchen hervorbringen können, sind nur noch die im Folgenden gleich zu betrachtenden verschleimten Epidermiszellen und die bei einigen Arten auftretenden Trockenrisse zu erwähnen (Placodiscus leptostachys, Matayba juglandifolia — s. „über Cupania" p. 606 und 635, Festrede über die anat. Methode, 1883, p. 54, Blenk in Flora 1884, p. 384, S.-A. p. 96, und Radlkofer, neue Beobachtungen über Pflanzen mit durchsichtig punktirten Blättern und systematische Uebersicht solcher, Sitzungsber. d. k. bayer. Acad. 1886, p. 315, 340, 342).[1])

Fast noch charakteristischer als die Secretzellen sind für gewisse Gattungen die kleinen Aussendrüsen mit kurzem, etwa dreizelligem (selten längerem), einreihigem

---

1) Den in der eben erwähnten Uebersicht von Pflanzen mit durchsichtig punktirten Blättern (Sitzungsb. d. k. bayer. Acad. 1886, p. 299—344) aufgeführten Vorkommnissen mag hier, um die betreffenden Pflanzen künftiger näherer Untersuchung zuzuführen oder sie den bereits untersuchten anzureihen, Folgendes hinzugefügt sein.

Die bekannten Secretzellen der Anonaceen finden sich auch bei den daraufhin untersuchten Originalien der in Bentham & Hooker Gen. II, p. 663 (1876) als vermuthliche Anonaceen-Gattung bezeichneten, bisher schon zu fünferlei Familien (den Ebenaceen, Styraceen, Sapotaceen, Sapindaceen und Lardizabaleen) gerechneten Gattung Hornschuchia Nees aus Brasilien, mit H. bryotrophe Nees & Mart. und H. Myrtillus Nees, die Richtigkeit dieser Vermuthung bestätigend.

Stiele und kleinem, wenigzelligem, meist ovalem, übergeneigtem Köpfchen. Es ist darauf schon bei den einzelnen Gruppen gelegentlich hingewiesen worden (s. oben p. 235).

Bei den Malvaceen und Bombaceen, von welchen Fugosia und Gossypium, Durio und Boschia früher (a. a. O. 1886, p. 303) Erwähnung gefunden haben, werden durchsichtige Punkte und Strichelchen nicht selten durch Schleimzellen im Inneren des Gewebes veranlasst. So bei Plagianthus sidoides Hook., Hoheria populnea A. Cunn., Quarariba turbinata Poir. (Myrodia t. Sw.). Bei Ochroma lagopus Sw. sind es grosse Athemhöhlen unter den vereinzelt auch an der oberen Blattseite auftretenden Spaltöffnungen, welche durchscheinende Punkte veranlassen.

Von Leguminosen, welche durchsichtige Punkte besitzen, mögen den früher schon genannten (s. a. a. O., 1886, p. 316 mit dem dort gegebenen Hinweise auf die Angaben von Bokorny) nach gelegentlichen, auf die ursächlichen Momente erst noch auszudehnenden Beobachtungen und Notizen noch folgende (in der Reihenfolge von Benth. Hook. Gen.) hinzugefügt sein:

Aus der Subordo der Papilionaceen: Pultenaea obovata Benth. (Bartlingia Brogn., von Endlicher bekanntlich seinerzeit zu den Myrtaceen gerechnet), Arten von Platymiscium, Lonchocarpus, Dipteryx, Pterodon, Myrospermum, Myroxylon, Myrocarpus, Sweetia. Aus der Subordo der Caesalpinieen, abgesehen von den schon von Bokorny genannten Gattungen Diptychandra, Mezoneuron und Caesalpinia (resp. Poinciana und Coulteria), Arten von Pterolobium, Wagatea, Cassia, Apuleja, Berlinia (mit grossen Schleimzellen an der oberen Blattseite), Peltogyne, Hymenaea, Trachylobium, Saraca, Prioria, Hardwickia. Endlich aus der Subordo der Mimoseen Arten von Acacia, Calliandra und Inga.

Bei bestimmten Hamamelideen finden sich nach Beobachtungen von Herrn Dr. Solereder zahlreiche, deutliche, durchsichtige Punkte, bedingt durch grosse krystallführende Zellen im Blattgewebe. So bei Parrotia Jacquemontiana Dec. und P. persica C. A. Mey., bei Fothergilla alnifolia L. fil., Corylopsis pauciflora Sieb. & Zucc., C. himalayana Griff., C. spicata Sieb. & Zucc., Trichocladus peltatus Meisn., T. crinitus Pers., Loropetalum chinense Oliv. (Vergl. dazu Reinsch über d. anat. Verhältn. d. Hamamelid. in Engler's Jahrbüch. XI, 1889, p. 365.)

So sind die Aphanieen, ausser Erioglossum, alle ausgezeichnet durch eingesenkte (an der Blattunterseite von Hebecoccus und Aphanococcus zugleich warzenartige) Drüsen,

---

Bei der Passifloree Ophiocaulon cissampeloides Mast. kommen im Inneren des Blattes braune Punkte vor, von Secretlücken mit gerbstoffartigem Inhalte herrührend, von welchen aus ein Netzwerk von Zellen mit gelbbraunem, gerbstoffartigem Inhalte sich strahlig ausbreitet.

Durchsichtige Punkte veranlassen in ähnlicher Weise, wie das schon früher für die damals bekannt gewesenen Familien mit Cystolithen Erwähnung gefunden hat (s. oben p. 115 und Penzig am dort angeführten Orte), nicht selten kalkfreie oder mitunter auch kalkhaltige Cystolithen bei manchen Pflanzen jener Familien, welche ich als gleichfalls mit Cystolithen versehene im Anfange dieser Abhandlung (s. oben p. 115 etc.) namhaft gemacht habe, wie die Begoniaceen, Cordiaceen etc. (s. oben p. 116, 119 etc.).

Bei den Rubiaceen bilden gelegentlich Rhaphiden- und Styloidenzellen durchsichtige Punkte. So z. B. bei Morinda longiflora Don.

Für die von Bokorny bei den Myrsineen übergangene Gattung Aegiceras, für deren Blätter A. De Candolle „puncta minuta depressa" angibt, mag hier erwähnt sein, dass dieselben, wie ich für die von den Autoren angeführten „Punkte" der Theophrasteen bereits hervorgehoben habe (a. a O. p. 322 und Sitzungsb. 1889, p. 224), von eingesenkten Oberflächendrüsen auf beiden Seiten des Blattes herrühren, dass hier übrigens auch noch grosse Harzlücken mit braunem Inhalte im Inneren des Blattes vorhanden sind, welche erst nach dem Anschneiden des Blattes (wie bei vielen Connarus-Arten) wahrzunehmen sind.

Bei Theophrasta bilden die Faserbündel unter der Epidermis (s. diese Sitzungsb. 1889, p. 238 etc.) durchscheinende Linien, von A. De Candolle als „venae creberrimae subpellucidae parallelae" hervorgehoben, übrigens nicht wirklich Venen, d. h. Gefässbündel, darstellend, sondern über diese wegziehende und sie dem Auge verdeckende Faserzüge.

Von den Ebenaceen ist Diospyros tetrasperma Sw. anzuführen, deren junge Blätter nach Grisebach (Flor. Brit. West. Ind. Isl. p. 404) durchsichtig punktirt sind.

unter den Sapindeen Deinbollia und in etwas modificirter Weise auch Sapindus und Hornea (mit eigenthümlicher Schiefstellung der Drüsen an der Innenseite kleiner Grübchen, so dass die Arten dieser beiden Gattungen daran allein schon erkennbar sind, auch S. trifoliata L., obschon hier die Grübchen theilweise weniger deutlich ausgebildet sind), unter den Lepisantheen die Gattungen Lepis-

---

Von den Cordiaceen war schon vorhin bei den cystolithenführenden Pflanzen in Verbindung mit den Begoniaceen die Rede.

Sehr verbreitet scheinen durchsichtige Punkte und Linien bei den Convolvulaceen zu sein, und zwar nicht bloss in den Keimblättern, wie Pax (in Engler's Jahrbüchern VI, 1885, p. 54) angeführt hat. Sie rühren im allgemeinen von Milchsaft führenden Secretzellen und Reihen solcher her. So besonders bei der Gattung Ipomoea, bei welcher daraus und aus der schon berührten Verschiedenheit der Haargebilde (s. Beitrag zur africanischen Flora, Abh. Brem. nat. Ver. für 1883, p. 416) ohne Zweifel Nutzen für die noch wenig befriedigende Gruppirung der zahlreichen Arten sich wird ziehen lassen. Beispielsweise mögen genannt sein: Ipomoea filipes Benth., I. longeramosa Choisy, I. hirtiflora Martens & Gal., I. luxurians Moric., I. involucrata P. Beauv. und die in Benth. Hook. Gen. zu Ipomoea gebrachte Mina lobata Lall. & Lex. Auch Krystalldrusen rufen mitunter solche Punkte hervor.

Unter den Labiaten verhält sich wie die früher (a. a. O. p. 326) genannte Monarda citriodora und punctata auch Lycopus australis R. Br., L. europaeus L., L. exaltatus L., L. lucidus Turcz. etc.

Bei den Nyctagineen veranlassen senkrecht zur Blattfläche gestellte Rhaphidenbündel gelegentlich durchsichtige Punkte. So bei Pisonia discolor Chois.

Von den Euphorbiaceen wird Microdesmis puberula Hook. f. in B. & H. Gen. als mit durchsichtigen Punkten versehen bezeichnet.

Endlich seien in diesem Betreffe auch noch die Zingiberaceen genannt, mit Secretzellen im Blattgewebe, und nach Engler von den Aroideen (s. dessen Monographie, 1872, p. 11) die Amorphophallinae mit senkrecht zur Blattfläche gestellten Rhaphidenschläuchen und Philodendron (p. 12) mit langen, durchscheinenden Harzgängen.

anthes und Otophora (mit Ausnahme von Otophora alata, welche drüsenlos ist), unter den Cupanieen Pseudima, Rhysotoechia (ausser der drüsenlosen R. flavescens) und Arten von Matayba. Uebergänge zu Schülferchen zeigen die Aussendrüsen unter den Lepisantheen bei Lychnodiscus und Smelophyllum, unter den Schleichereen bei Lecaniodiscus fraxinifolius, unter den Nephelieen bei Stadmannia, unter den Cupanieen bei einer Section von Cupaniopsis (Sect. Mizopetalum), bei Lepiderema, Dictyoneura und bei einer Section von Arytera (Sect. Azarytera), unter den Dyssapindaceen bei Arten von Dodonaea, bei Ganophyllum und Filicium.

Durch Grösse ausgezeichnet sind die Aussendrüsen von Melanodiscus und Crossonephelis, ferner die oft nur vereinzelt an der Blattspindel und den Zweigen zu findenden, in ihrer Gestalt an einen sogenannten Schachtelteufel erinnernden von Talisia und die viel complicirter gebauten gewisser Dyssapindaceen (wie Llagunoa und Loxodiscus, bei letzterer Gattung in inneren Zellen des Köpfchens mit Krystallen und Krystalldrusen versehen), in welcher Gruppe auch den Früchten mancher Gattungen oder Arten grosse Aussendrüsen eigen sind (Loxodiscus, Diplopeltis, Dodonaea sp.); durch deutlicher gegen den Stiel abgesetztes Köpfchen bei Arten von Serjania (s. Suppl. p. 41, 42), bei Erioglossum und Podonephelium.

Keine Aussendrüsen sind beobachtet bei Valenzuelia; Toulicia, Porocystis; Otophora alata; Chytranthus (ausser an den Stielchen), Pancovia, Placodiscus; Melicocca, Glenniea, Castanospora, Eriandrostachys, Arten von Macphersonia, Tristiropsis, Tristira; bei den Schleichereen (ausser den schülferchenartigen von Lecaniodiscus fraxinifolius) und unter den Cupanieen bei Arten von Cupania, Matayba, Tina, Molinaea und Phialodiscus, bei Storthocalyx, Trigonachras acuta,

Arten von Toechima und Arytera (ausser der eben erst genannten Section Azarytera mit einer Art von Schülferchen); endlich bei mehreren Dyssapindaceen, nämlich Arten von Dodonaea und Harpullia, Conchopetalum und Xanthoceras. Uebrigens sei hiezu bemerkt, dass die Aussendrüsen, weil sie da und dort frühzeitig abfallen, an ausgewachsenen Blättern oft nur sehr schwer mehr nachzuweisen sind, und dass desshalb, da nicht überall junge Blätter zur Verfügung standen, in manchen der hier angeführten Fälle ein künftiger Nachweis derselben keineswegs ausgeschlossen ist.[1])

An die Aussendrüsen schliesst sich als besondere Entwickelung von Epidermiszellen die Haarbildung und Papillenbildung an. Eine eigenthümliche Form der ersteren, nämlich kurz borstliche Haare, welche mit der kugelig aufgetriebenen und spiralig gestreiften Basis unter die Epidermiszellen eingesenkt sind, zeichnet die Gattung Pancovia aus (s. „über Sapindus" p. 270, Anmerk.), eine ähnliche (ohne Streifung) die Gattung Chytranthus und (mit Streifung) die eine Section von Xerospermum (Sect. 1 Tetrasepalum); Streifung der Basalwand zeigen auch die Haare von Pentascyphus; eine Neigung zum Zweiarmigwerden der Haare kömmt bei Lychnodiscus, einigen Nephelieen (Nephelium, Pometia, Alectryon, Stadmannia) und Arten von Matayba (M. glaberrima, paucijuga, arborescens, floribunda) vor, (s. „über Cupania etc." p. 595); Sternhaare finden sich bei Euphoria (ausser E. Gardneri), Cossignia und Harpullia. Von Uebergängen zu Schülferchen war schon bei den Aussendrüsen

1) Aehnliche kleine Aussendrüsen finden sich auch bei den nahe verwandten Familien der Rutaceen, Simarubaceen, Burseraceen, Meliaceen, Anacardiaceen, Hippocastaneen und Acerineen, welche nach dem später Folgenden mit den Sapindaceen die Cohorte der Rutales bilden.

die Rede (p. 310). Die Papillenbildung, in der eine Schutzvorrichtung hinsichtlich der Function der Spaltöffnungen namentlich da deutlich zu erkennen ist, wo die letzteren zwischen den zu Papillen ausgebildeten Zellen eingesenkt und von den meist in kleine Knötchen endigenden und mit Cuticularleisten überzogenen Papillen mehr oder weniger überdeckt erscheinen, zeigt sich, bald bei allen, bald nur bei gewissen Arten einer Gattung, besonders in der Tribus der Nephelieen (s. oben p. 250) und der Cupanieen (bei Arten von Cupania und Guioa, bei Storthocalyx und Gongrodiscus); ausserdem noch bei Arten von Atalaya, bei Plagioscyphus und Cotylodiscus, sowie bei Castanospora (s. a. a. O.).

Hieran schliessen sich Eigenthümlichkeiten in der Gestaltung der Epidermiszellen und in der Beschaffenheit ihrer Wandungen, namentlich die Verschleimung der nach innen gekehrten Wandung.

In diesen Verhältnissen geben sich verwandtschaftliche Beziehungen ebenfalls nicht selten zu erkennen. So sind die drei Arten der 1. und 2. Section von Otophora durch dickwandige Epidermiszellen der Blattunterseite mit zahlreichen Tüpfeln an der nach aussen gekehrten Wand ausgezeichnet (s. holl.-ind. Sapindac., 1877—78, p. 85, 86, Rede über die anatomische Methode etc. p. 50). Getüpfelte Aussenwände, besonders oberseits, zeigt die Epidermis auch bei Placodiscus und bei manchen Arten von Matayba, Elattostachys und Arytera. Wellig buchtige Epidermiszellen mit Tüpfeln in den Buchten finden sich (besonders oberseits) bei bald allen, bald bestimmten Arten von Atalaya, Chytranthus, Pancovia, Lychnodiscus, Melanodiscus, Talisia, Lecaniodiscus, Haplocoelum, Euphoria, Xerospermum, Alectryon, Matayba, Laccodiscus, Aporrhiza, Blighea, Eriocoelum, Phialodiscus, Guioa, Cupaniopsis, Lepiderema, Storthocalyx,

Sarcopteryx, Trigonachras, Toechima, Synima, Sarcotoechia, Arytera, Mischocarpus, Lepidopetalum, Exothea, Doratoxylon, Harpullia. Zugleich sclerosirte Epidermiszellen zeigt Matayba purgans. Bedeutende Höhe der Epidermiszellen zeigen Otophora, Deinbollia und Sarcopteryx; Gliederung derselben durch rechtwinkelig zur Blattfläche stehende Wände Macphersonia-Arten, Euphoria, Xerospermum (Sect. 2), Alectryon-Arten und Heterodendron, Arten von Tina, Cupaniopsis und Arytera; Theilung durch parallel zur Blattfläche liegende Wände Arten von Cupaniopsis und Gongrodiscus.

Verschleimte Epidermiszellen, die, sofern sie überhaupt einer Gattung zukommen, bald bei allen, bald nur bei bestimmten, nicht selten engere verwandtschaftliche Gruppen bildenden Arten derselben Gattung vorhanden sind, fehlen fast durchgehends in der Tribus der Sapindeen (ausgenommen einige Arten von Toulicia und Deinbollia), der Lepisantheen (ausgenommen Chytranthus und Pancovia), der Melicocceen (ausgenommen Tristira und Tristiropsis), der Schleichereen (ausgenommen Schleichera), der Nephelieen (ausgenommen Pometia, Heterodendron, Pappea und Arten von Nephelium und Alectryon) und der Cupanieen (ausgenommen Dilodendron und Tripterodendron, die einander auch sonst zunächst stehenden Gattungen Blighea, Eriocoelum und Phialodiscus und die ebenfalls einander benachbarten Gattungen Jagera und Trigonachras, endlich Lepidopetalum). Bei den Gattungen der übrigen Tribus bildet ihr Vorkommen, wenigstens bei einem Theile der Arten, die Regel mit folgenden (negativen) Ausnahmen: Athyana (Trib. Thouin.); Erioglossum und Aphanococcus (Trib. Aphan.); Stocksia (Trib. Koelreut.); Llagunoa (Trib. Cossign.); Loxodiscus (Trib. Dodon.); Hypelate, Averrhoidium, Hippobromus, Doratoxylon, Ganophyllum

(Trib. Doratoxyl.); Conchopetalum (Trib. Harpull.). Von den artenreichsten, an 100 und mehr Arten zählenden Gattungen Serjania, Paullinia und Allophyllus ist die letztere dadurch ausgezeichnet, dass nur ein paar Arten die Verschleimung nicht zeigen, nämlich A. occidentalis, velutinus, sericeus und inaequilaterus. Die verschleimten Epidermiszellen können, wenn sie vereinzelt zwischen nicht verschleimten auftreten, am getrockneten Blatte als durchsichtige Punkte erscheinen, welche gewöhnlich minder hell sind, als die von Secretzellen herrührenden (s. darüber und über noch andere Verhältnisse der verschleimten Epidermiszellen die Monographie von Serjania, 1875, p. 99—105[1]) und Supplement dazu, 1886, p. 39, 40).

---

1) Ich habe an der erwähnten Stelle (Monogr. v. Serj. p. 104) unter einer Reihe anderer Pflanzen mit verschleimter Innenwandung der Epidermiszellen auch Arten von Barosma und die von solchen kommenden Bukublätter erwähnt und in einer besonderen Anmerkung die irrige Auffassung Flückiger's zu beseitigen gesucht, welcher hier eine besondere Schleimzellenschichte unter der Epidermis beobachtet zu haben glaubte (Schweizer. Wochenschr. f. Pharmacie Nr. 51. 19. Dec. 1873).

In dieser Hinsicht ist nun eine auf Wunsch des Letzteren unternommene und durch dessen Güte im Separatabdrucke mir zugekommene erneute Untersuchung von Dr. Y. Schimoyama aus Japan zu erwähnen (s. Archiv d. Pharmacie, herausg. v. E. Reichardt, Bd. XXVI, Heft 2, 1888), in welcher der Verfasser schliesslich erklärt, dass er im Gegensatze zu meinen Darlegungen „den bezüglichen Anschauungen und Abbildungen Flückiger's im wesentlichen beipflichten muss."

Ich kann dem gegenüber nur mein Bedauern aussprechen, dass meine Darlegung nicht genügt hat, den Verfasser zu jenem Masse von Sorgfalt zu veranlassen, das allerdings dazu gehört, um über einen hier leicht möglich gewesenen Irrthum hinauszukommen. Dabei dürfte es verzeihlich erscheinen, wenn man nach den Mittheilungen des Verfassers zu der Meinung käme, dass er über den in Rede stehenden Irrthum überhaupt gar nicht habe hinauskommen wollen. Derselbe führt nämlich an, dass zur Bildung der vermeintlichen

Auf einen die bleigraue oder gelbgrüne Farbe des Blattes beim Trocknen bestimmenden Inhalt der Epidermiszellen habe ich schon oben für die Aphanieen und Lepisantheen hingewiesen, wie auf die von Gerbstoffgehalt, besonders des schwammförmigen Gewebes, herrührende chokoladebraune Farbe der Blattunterseite bei Otophora. Eine ähnliche braune Färbung zeigen beiderseits die Arten von Nephelium und Guioa; schwarzbraune die Blätter von Elattostachys, schwarzgrüne die von Harpullia, gelbliche gewisse Arten von Rhysotoechia. Die jungen Blätter sind durch rothe Färbung ausgezeichnet bei Otophora und bei Arten von Talisia (welch letztere um desswillen in unseren Gärten mit solchen der Leguminosengattung Brownea nicht selten verwechselt werden (s. oben p. 244).

Durch einen klebrig-harzigen Ueberzug der Blatt- und Zweigepidermis ausgezeichnet sind viele Arten von

---

Schleimzellen aus jeder Epidermiszelle durch Auftreten einer Cellulosescheidewand zwei Zellen entstehen, eine wieder als Epidermiszelle functionirende und eine später angeblich Schleim in sich ablagernde Zelle, beleuchtet aber dann diese Angabe in eigenthümlich contrastirender Weise durch die Worte: „Diese Zellbildung findet aber nicht im Sinne der Zelltheilung statt; wenigstens waren in den oberen Zellen" (d. h. den vermeintlichen Schleimzellen, wie aus der beigefügten, auf die untere Blattseite sich beziehenden Figur 6 sich ergibt) „keine Zellkerne aufzufinden." Mit anderen Worten: Der Verfasser sah, dass seine vermeintlichen Schleimzellen, welche nichts anderes sind als die durch eine weniger veränderte Lamelle — seine Cellulosescheidewand — gegen das Lumen der Epidermiszellen abgegrenzten Schleimmassen der in Umwandlung begriffenen Membranen, nicht wie Zellen entstehen und also auch keine Zellen sind; er wollte aber, dass sie solche seien, um die besondere Schleimzellenschichte zu retten und so construirte er sich eine besondere „nicht im Sinne der Zelltheilung stattfindende" und überhaupt nicht existirende Zellbildung für dieselben. Bei solcher Vorliebe für einen Irrthum wird zu dessen Beseitigung der Hinweis auf das Richtige freilich wirkungslos bleiben müssen.

Dodonaea, dann Llagunoa glandulosa, Ganophyllum und Filicium.

Krystalle finden sich in der Epidermis bei Arten von Pancovia, Chytranthus und Conchopetalum; ferner bei Exothea Copalillo (s. oben p. 276, Anmerk.), und zwar hier in Form von Krystallsand. Sonst sind besonders ausgezeichnete Verhältnisse für die im Blatte vorkommenden Krystalle nicht anzuführen. Sie finden sich bald vorzugsweise im Mesophylle als Einzelkrystalle (wie bei Arten von Otophora, Chytranthus, Melanodiscus, Talisia, Tristira, Pseudopteris, Euphoria, Nephelium, Pometia, Cupaniopsis, Rhysotoechia, Sarcopteryx, Arytera), oder als Krystalldrusen (bei Allophylus, Atalaya, Deinbollia, Zollingeria, Lepisanthes, Alectryon, Podonephelium etc.), oder in beiderlei Formen (Cardiospermum, Sapindus, Aphania, Thraulococcus, Aphanococcus, Macphersonia, Heterodendron etc.); bald besonders in Begleitung der Gefässbündel und hier seltener als Drusen (z. B. Cardiospermum, Bridgesia), meist als Einzelkrystalle (s. Thinouia, Diatenopteryx, Atalaya, Thouinidium, Porocystis, Sapindus, Chytranthus, Pancovia, Talisia, Glenniea, Lecaniodiscus, Macphersonia, Tristiropsis, Tristira etc.).

Unter den besonderen Verhältnissen der Spaltöffnungen, durch welche die Epidermis ausgezeichnet erscheint, steht obenan das Auftreten sehr zahlreicher, aber kleiner Spaltöffnungen bei Toulicia, Porocystis, Sapindus, Talisia, Tristira, Schleichera, bei den Nephelieen und einigen Cupanieen (Dilodendron, Molinaea, Guioa, Toechima, Sarcotoechia, Elattostachys, Arytera, Mischocarpus, Lepidopetalum, Paranephelium), grosser in geringer Zahl dagegen bei Aphania und Otophora. Ueber die Blattfläche hervorragende Spaltöffnungen finden sich bei Cupania rubiginosa und Melanodiscus; unter

das Niveau der Blattfläche eingesenkte bei Atalaya, Plagioscyphus, Cotylodiscus, Pappea und mehr oder weniger bei allen Blättern, welche durch Papillenbildung ausgezeichnet sind. Spaltöffnungen mit beiderseits meist verdoppelten Nebenzellen kommen bei Arten von Harpullia und bei Conchopetalum vor. Von dem Auftreten der Spaltöffnungen auch auf der Oberseite des Blattes war schon oben (p. 303) die Rede.

Andere anatomische Eigenthümlichkeiten des Blattes will ich, da sie meist (und noch mehr als das auch bei vielen der schon berührten der Fall ist) nur für einzelne Arten oder Gattungen charakteristisch sind und für die Gruppirung der Gattungen gewöhnlich nicht mehr in's Gewicht fallen, hier nur kurz berühren. Es gehört dahin das Vorkommen von Hypoderm, bald parenchymatischer Natur (Atalaya, Talisia squarrosa, Alectryon macrococcus, s. oben p. 255, Cupania triquetra, Arten von Matayba, Molinaea, Storthocalyx, Elattostachys, Arytera, Harpullia und Conchopetalum) und gelegentlich dann dem Inhalte[1]) nach mit dem Pallisadengewebe übereinstimmend, bald in Form einer von den Gefässbündeln aus sich ziemlich allgemein verbreitenden Faserschichte (bei Euphoria Gardneri), beides an der Blattoberseite; von Sklerenchymfasern (Arten von Serjania, s. Suppl. p. 39, 44, Paullinia stenopetala, Haplocoelum inopleum und trigonocarpum, Cupaniopsis inoplea, Harpullia aeru-

1) Einen eigenthümlichen Inhalt zeigt das Hypoderm bei den Arten von Cossignia, bald in Form einer halbweichen, homogenen Substanz (C. trifoliata m. — Melicopsidium t. Baill. —, C. triphylla Comm. ed. Lam.), bald als blätterige (quergeschichtete Masse), (bei fast allen Exemplaren von C. pinnata Comm. ed. Lam.), hier wie dort durch Jod sich gelb färbend und den gewöhnlichen Lösungsmitteln widerstehend, im übrigen von noch nicht näher gekannter Natur.

ginosa); einer Art kurzer Spicularzellen d. i. sclerenchymatisch veränderter Pallisadenzellen (Matayba macrostyla, tovarensis), sclerosirender unterer Schwammgewebeschichten (Arten von Xerospermum, Matayba tovarensis und longipes); ferner das Auftreten von grossen Maschenräumen im Schwammgewebe (Otophora, Plagioscyphus, Otonephelium, Pseudonephelium, Eriandrostachys, Paranephelium, Ganophyllum, Arten von Harpullia) oder das fast vollständige Verschwinden solcher (Talisia, Melicocca, Arten von Alectryon, Podonephelium, Pappea, Tina, Cupaniopsis, Elattostachys, Arytera, Averrhoidium — annähernd auch bei Toulicia und Arten von Atalaya unter Streckung aller Zellen und Veranlassung eines fast concentrischen Blattbaues); Auftreten einer besonders charakterisirten mittleren Gewebsschichte (gerbstoffhaltig bei Melanodiscus, in anderer Weise ausgezeichnet bei mehreren Blättern mit mehr oder weniger concentrischem Baue, wie bei Lecaniodiscus, besonders L. fraxinifolius, bei Elattostachys vitiensis etc.); Quergliederung der Pallisadenzellen (bei Eriandrostachys, Arten von Macphersonia, bei Otonephelium, Arten von Nephelium, Pometia und Alectryon, bei Magonia und Xanthoceras) und besondere Gestaltung derselben (stellenweise fast sanduhrartig bei Lepidopetalum, kreiselförmig bei Arten von Harpullia, kaum länger als breit bei Toechima und Rhysotoechia, mit feinen Querfalten versehen bei Conchopetalum). Des Vorkommens eines fettartigen Körpers in den Zellen des Blattes bei gewissen Sapindaceen ist schon oben, p. 125 gedacht worden.

Bezüglich des Gefässbündelgerüstes treten ähnliche Eigenthümlichkeiten, wie ich sie für die Gattung Serjania an ihrem Orte erwähnt habe (s. Suppl. p. 39), bald da, bald dort hervor. So die Entwicklung von Hartbast unter Be-

gleitung von Zellen mit Einzelkrystallen (s. oben p. 316) oder Fehlen desselben, gelegentlich unter Ersetzung der Einzelkrystalle durch Krystalldrusen; so Einlagerung der Gefässbündel in das Mesophyll (s. z. B. Sapindus, Aphania, Thraulococcus, Aphanococcus, Lepisanthes, Chytranthus, Tristiropsis, Cupania etc.) oder Durchsetzung desselben von Seite der ersteren und ihres Verstärkungsgewebes von Epidermisplatte zu Epidermisplatte und Besonderung des Mesophylles in den so gebildeten Maschenräumen, in denen dann erst noch kleinste, eingelagerte Gefässbündelzweige unter dem Pallisadengewebe verlaufen (s. Bridgesia, Athyana, Diatenopteryx, Thouinia, Thouinidium, Toulicia, Porocystis, Hornea, Plagioscyphus, Euphoria, Litchi, Xerospermum, Nephelium, Alectryon, Pappea, Stadmannia, Synima, Mischocarpus, Paranephelium). Im Blattstiele scheint allgemein ein das Hauptsystem der Gefässbündel, neben welchem auch noch mark- und rindenständige Stränge auftreten können, umschliessender Sklerenchymring vorhanden zu sein; doch hinderte die Rücksichtnahme auf die nöthige Schonung des Materiales eine durchgreifende Untersuchung in dieser Hinsicht.

Was die Structur der Axe betrifft, so ist ein eigenthümlich unregelmässiger Bau des Stammes und der Zweige, welcher schon mit der Anlage der Gefässbündel hervortritt, bei den lianenartigen Gewächsen der ersten Tribus, aber nicht bei allen, am häufigsten bei Serjania, seltener bei Paullinia zu finden. An älteren Zweigen und Stämmen treten Unregelmässigkeiten später auch da auf, wo der Bau ursprünglich ein regelmässiger war (Urvillea, Thinouia), oder verknüpfen sich mit den früheren Anomalieen. Ich habe darüber an anderen Stellen bereits des näheren berichtet unter Bezeichnung des anomalen Holzkörpers der betreffenden Gewächse als zusammengesetzter, getheilter, zerklüfteter und umstrickter Holzkörper (s. die

in der Anmerk. p. 2 etc. citirten Mittheilungen in Norwich 1868, Florenz 1874, München 1877, und die Monographie von Serjania 1875 nebst Suppl. 1886, p. 2 etc., Taf. 1—5).

Bei allen Sapindaceen, mit alleiniger Ausnahme der monotypischen Gattungen Valenzuelia und Xanthoceras, findet sich, wie die mikroskopische Untersuchung der in der Regel das Herbarmaterial bildenden Zweige aus der Blüthenregion ergeben hat[1]) und wie schon in der Charakteristik der Familie (s. oben p. 173) hervorgehoben worden ist, an der Grenze der primären und secundären Rinde eine continuirliche und gemischte, d. h. aus Bastfasergruppen und dazwischen eingelagertem kurzgliederigem Sklerenchyme (sogenannten Steinzellen) bestehende Sklerenchymscheide.

Dieselbe kommt auch noch den Hippocastaneen zu, den Acerineen aber (wie schon oben, p. 107, und bezüglich Dipteronia p. 108 bemerkt ist, und wie auch Pax in Engler's Jahrb., VII, 1886, p. 258 angibt) im allgemeinen nicht mehr, vielmehr nur gewissen Arten (Acer Pseudo-Platanus L., Negundo aceroides Moench.).

Bei den noch weiter mit den Sapindaceen nahe verwandten Familien der Meliaceen, Rutaceen und Simarubaceen ist sie, wie schon bei den eingangs zur Ausschliessung gebrachten Gattungen zum Theile erwähnt wurde, entweder gar nicht vorhanden — Meliaceen —, oder nur bei einer enger oder weiter bemessenen Zahl von Gattungen ausgebildet — bei 3 von 69 untersuchten Gattungen der Rutaceen, bei 6 von 22 untersuchten Gattungen der Sima-

1) Die betreffenden Untersuchungen wurden von meinem Assistenten, Herrn Dr. Solereder, derart durchgeführt, dass von artenärmeren Gattungen eine oder ein paar Arten, von artenreicheren Gattungen aber aus jeder Section eine oder ein paar Arten der Prüfung unterworfen wurden. Die Untersuchungen wurden auch auf die verwandten Familien ausgedehnt und wird das Nähere hierüber Herr Dr. Solereder selbst zur Mittheilung bringen.

rubaceen —, während sie, was die gleichfalls noch nahe verwandten, aber durch ihre Balsamgänge im Weichbaste ausgezeichneten Familien der Anacardiaceen und Burseraceen betrifft, bei den ersteren in ähnlichem Masse wie bei den Simarubaceen (bei 10 Gattungen unter 43 untersuchten), bei den letzteren dagegen wieder allgemein auftritt.

Sie erscheint in praktischer Beziehung bei der Bestimmung unvollständigen Materiales, von grosser Wichtigkeit, namentlich den Meliaceen gegenüber, sofern diese nicht schon durch die Gestaltung des Blattes unterschieden sind (s. oben p. 178, 208 und 298), da dieselben mit den Sapindaceen das Vorkommen von Secretzellen gemein haben; die Rutaceen sind schon durch ihre Secretlücken, die Simarubaceen gewöhnlich durch das Auftreten bitterer Stoffe und theilweise auch durch Secretgänge im Marke, seltener im Baste (Koeberlinia nach neuerer Beobachtung, s. oben p. 161, Anm.) ausgezeichnet, wie ihrerseits die Anacardiaceen und Burseraceen durch ihre Balsamgänge im Weichbaste (und bei den ersteren zum Theile auch im Marke).

Ursprünglich ist die Sklerenchymscheide gewöhnlich fast ganz aus Hartbastfasern gebildet, zwischen welche, auf dem Querschnitte betrachtet, nur stellenweise kleine Gruppen kurzgliederigen Sklerenchymgewebes eingelagert sind. Das letztere mehrt sich während des Dickenwachsthums der Zweige und der damit verbundenen Zerklüftung des ursprünglichen Ringes, indem sich von aussen und innen (wie ich es für Serjania caracasana im Suppl. von Serj. tab. V fig. 2 und 3 dargestellt habe) das benachbarte dünnwandige Gewebe unter Zellvermehrung in die Klüfte eindrängt und unter Sklerosirung den Ring wieder ergänzt. Von den Hartbastfasern zeigen namentlich die mit verhältnissmässig weitem Lumen gelegentlich spärliche dünne Querwände (Cardiospermum Halicacabum, Serjania piscatoria, Serjania cuspidata, für welch' letztere Pflanze sie schon Möller,

Anatomie d. Baumrinde, 1882, p. 274 fig. 100, p. 426 als „gefächerte Fasern" erwähnt und abgebildet hat).

Innerhalb des Sklerenchymringes besitzt die secundäre Rinde (an den Zweigen aus der Blüthenregion) entweder keine oder nur spärliche kleine Gruppen von Bastfasern, an deren Stelle gelegentlich auch gestreckte Sklerenchymzellen (Stabzellen) sich finden (Eriandrostachys Chapelieri, Podonephelium Homei). Bei Magonia finden sich statt dieser Gruppen solche von kurzgliederigem Sklerenchyme (Steinzellen). Nur bei gewissen Arten erscheinen die Bastfasergruppen in Verbindung mit Steinzellen in tangentialer Richtung ausgedehnt. Bei Thouinia striata endlich und in ähnlicher Weise bei Stadmannia Sideroxylon sind dieselben zu förmlichen inneren Sklerenchymringen verbunden. Aehnliche solche Ringe, welche aber der Bastfasern entbehren, treten bei Dodonaea und Distichostemon auf, mit nachfolgender Korkbildung an ihrer Innenseite, wovon gleich weiter die Rede sein soll.

Die Siebröhren, welche das Bastparenchym an Weite in der Regel nicht übertreffen, sind entweder sämmtlich mit quergestellten oder geneigten, ein einziges Siebfeld darstellenden und gelegentlich durch Callusbildung ausgezeichneten Zwischenwandungen (Siebplatten, wie man sie zweckmässiger als die vielfach so genannten Siebfelder nennen kann), versehen, oder es finden sich neben solchen in derselben Pflanze auch Siebröhren, deren geneigte Zwischenwandungen mehrere (bis 4) in einer Reihe stehende Siebfelder ohne auffällige Callusbildung zeigen. Das erstere ist durchgehends der Fall bei den Paullinieen und, soweit die angestellten Untersuchungen urtheilen lassen, wahrscheinlich auch bei den Thouinieen, ferner wohl auch bei den Schleichereen, Koelreuterieen und Dodonaeeen. Das letztere (Auftreten mehrfelderiger Zwischenwandungen neben anderen) zeigt sich in allen anderen Gruppen bei einer bald grösseren, bald ge-

ringeren Anzahl der dahin gehörenden Arten. Genannt mögen in dieser Hinsicht sein: Erioglossum rubiginosum, Aphania sphaerococca, Hebecoccus ferrugineus, Otophora fruticosa, Tristiropsis obtusangula, Nephelium rubescens, Cupania emarginata, Matayba juglandifolia, Llagunoa mollis, Doratoxylon apetalum, Harpullia imbricata, Magonia pubescens.

Die primäre Rinde zeigt Stränge von Collenchymgewebe namentlich bei den rankenden Sapindaceen, in den Kanten der Zweige, im übrigen ist gelegentlich nur eine schwach collenchymatöse Entwicklung des kurzgliederigen Rindengewebes zu beobachten. Gruppen von Steinzellen oder reichliche, vereinzelte Steinzellen finden sich bei bestimmten Sapindaceen in der primären Rinde vor, so z. B. bei Atalaya multiflora, Sapindus Rarak, Melicocca bijuga, Talisia pulverulenta; bei Toulicia gujanensis sind die Steinzellengruppen in der Umgebung des gemischten Sklerenchymringes selbst auch ringförmig angeordnet, jedoch nicht vollständig zu einem Ringe an einander geschlossen, was überhaupt bei den Sapindaceen nirgends der Fall ist.

Was die in der Rinde, wie im Blatte, vorkommenden Secretzellen und Krystalle betrifft, so wird von denselben, da sie auch in anderen Theilen der Axe sich finden, am Schlusse dieser Darlegung der anatomischen Verhältnisse der Axe die Rede sein.

Die Epidermis junger Zweige ist abgesehen von anderweitigen Trichomen, wie die der Blätter, häufig mit kleinen, zum Theile in Vertiefungen eingesenkten Aussendrüsen besetzt, welche aus einem kurzen, etwa dreizelligen (selten längeren), einreihigen Stiele und einem kleinen, meist ovalen und etwas zur Seite geneigten, wenigzelligen Köpfchen bestehen, mitunter aber schülferchenartige Gestalt annehmen (s. oben p. 243, 310).

Die Korkbildung geht fast immer von der unmittelbar unter der Epidermis gelegenen Zellschichte, nur selten von einer der nächst inneren Schichten aus (Arten von Otophora, Lepisanthes, Talisia, Nephelium, Stocksia). Eine bemerkenswerthe Abweichung zeigen Dodonaea und Distichostemon. Hier beginnt die Korkbildung in der zunächst nach innen von dem Sklerenchymringe gelegenen Zellschichte, ist von der Bildung eines mehrschichtigen Phelloderms begleitet und erneuert sich später innerhalb eines an der inneren Grenze des Phelloderms entstehenden zweiten Sklerenchymringes, welcher aber echte Bastfasern nicht, vielmehr nur sogenannte Stabzellen in sich schliesst. In ähnlicher Weise folgt die Bildung eines dritten Sklerenchymringes u. s. w. unter jedesmaligem Anschlusse neuer Korkbildung, so dass sich, während die äusseren Schichten abgeworfen werden, eine 2—4-fache Zone von Sklerenchym und Kork an dem Zweige erhält.

Im allgemeinen sind die Zellen des Korkes ziemlich dünnwandig. Doch tritt bei verschiedenen Gattungen eine theilweise, auf die inneren Tangentialwandungen beschränkte Verdickung auf, bei Laccodiscus eine solche der äusseren Tangentialwandungen und bei Blighia eine Verdickung sämmtlicher Wände bei einem Theile der Zellen.

Das Holz, welches bei manchen Arten grosse Festigkeit besitzt, wie gelegentlich schon durch deren Namen angedeutet wird (Quiebra hacha, d. i. Beilbrecher, Thouinia striata; Stadmannia Sideroxylon; Bois de fer de Judas, Cossignia triphylla und pinnata), ist durchweg nur von schmalen Markstrahlen durchsetzt, welche nur 1—2, höchstens 3—4 Zelllagen in sich schliessen. So breit wie z. B. bei den Menispermaceen sind dieselben bei den Sapindaceen nie. Auch die anomal gebauten Paullinieen haben keine breiten Markstrahlen. Verhältnissmässig breit fanden

sie sich stellenweise bei Serjania faveolata und bei Erioglossum rubiginosum.

Die Gefässe des Holzes besitzen bei der Mehrzahl der Sapindaceen ein mässig weites Lumen. Der mittlere Gefässdurchmesser beträgt meist 0,03—0,06 mm. Bei einigen Gattungen, wie z. B. Toulicia, Hornea, Melicocca, Tristiropsis, Pometia, Eriocoelum u. a. erreicht derselbe 0,07—0,08 mm. Einen Gefässdurchmesser über 0,1 mm besitzen nur die bekanntlich Lianen bildenden Paullinieen, bei denen durchweg die Gefässe sehr weitlumig sind. Wie schon in der Charakteristik, p. 173, bemerkt, besitzen die Gefässe einfach durchbrochene Zwischenwandungen (wie im allgemeinen auch bei den nächst verwandten Familien); die wenigen kaum nennenswerthen Ausnahmen haben schon an der dortigen Stelle ihre Erwähnung gefunden (p. 174). Die Seitenwandungen der Gefässe sind, wie ebenfalls schon oben, p. 173, erwähnt, mit Hoftüpfeln versehen, nicht nur wo sie andere Gefässe berühren, sondern auch an den Berührungsstellen mit den Holzparenchym- und den Markstrahlzellen, deren correspondirende Tüpfel übrigens einfach sind. Bei einigen wenigen Arten kommt auch mehr oder minder deutliche spiralige Streifung der Gefässwand vor (Valenzuelia, Koelreuteria paniculata, Stocksia, Dodonaea multijuga und andere Dodonaea-Arten).

Das Holzprosenchym besitzt einfache Tüpfel (keine Hoftüpfel). Vereinzelte dünne Querwände (ähnlich den oben p. 321 für die Fasern der Sklerenchymscheide erwähnten) zeigen die Prosenchymzellen fast aller Gattungen; vermisst wurden dieselben nur bei den Arten von Serjania, Paullinia und Urvillea aus Tribus I, bei Valenzuelia aus Tribus II, bei Cossignia (incl. Melicopsidium) und Llagunoa aus Tribus XI, bei Loxodiscus, Diplopeltis, Dodonaea zum Theile und Distichostemon aus Tribus XII, bei Harpullia zum Theile und Xanthoceras aus

Tribus XIV. Das Holzprosenchym ist bei den Sapindaceen nie weitlumig und dünnwandig, wie vergleichsweise bei der Linde. Doch besitzt es meist ein nicht gerade enges Lumen und dabei ziemlich dicke Wände. Relativ weitlumig ist das Holzprosenchym beispielsweise bei Porocystis toulicioides, Toulicia guianensis und Koelreuteria paniculata. Sehr dickwandiges und englumiges Prosenchym findet sich im Holze der Dodonaea-Arten, von Distichostemon, Cossignia pinnata, Lepisanthes deficiens. Mitunter kommt es vor, dass man zweierlei Holzprosenchym auf dem Zweigquerschnitte erkennen kann: dickwandiges und englumiges einerseits, solches mit weiterem Lumen andererseits; letzteres ist dann häufig mit einzelnen Querwänden versehen (s. z. B. Xerospermum Noronhianum) und bildet gleichsam einen Uebergang zum Holzparenchyme. Wie letzteres, so führt auch das Holzprosenchym mitunter Stärke, so z. B. bei Erythrophysa undulata.

Das Holzparenchym ist meist nur spärlich und besonders in Umgebung der Gefässe entwickelt. Bei vielen Arten sind demselben krystallführende Zellreihen eingestreut. Reichlicher und dann meist in tangentiale Binden geordnet zeigt es sich bei Sapindus trifoliatus und oahuensis, Deinbollia pinnata, Hebecoccus ferrugineus, Lepisanthes acuminata und deficiens, Melicocca bijuga und Magonia pubescens. In stärkeren Zweigen mag ähnliches auch bei anderen Arten zu finden sein.

Nur selten tritt eine Art Gummi-Metamorphose und dadurch bedingte Destruirung des Holzes nebst Ausfüllung der Gefässe mit einer gummiartigen Masse auf (Dilodendron bipinnatum; sieh „über Sapindus" p. 357).

Das Mark besteht gewöhnlich aus stärkeführenden Zellen, neben welchen auch Steinzellengruppen oder vereinzelte Steinzellen in mehr oder minder reichlichem Masse auftreten können. Bei Molinaea cupanioides und retusa

zeigte sich dasselbe fast ganz aus Steinzellen bestehend. Querbinden solcher finden sich nicht. In manchen Fällen kommen auch in ihm Secretzellen vor. Bei Arten von Toulicia, Guioa und Mischocarpus treten im Marke rudimentäre Gefässbündel oder blosse Faserbündel auf.

Die Axe ist, wie das Blatt, häufig durch das Auftreten von Secretzellen ausgezeichnet (wie dieselben ganz regelmässig auch den Meliaceen zukommen). Secretlücken (wie bei den Rutaceen) oder Secretgänge (wie bei den Burseraceen und Anacardiaceen, ferner bei vielen Simarubaceen) fehlen.

Die Secretzellen der Axe sind in der Regel schwieriger als die des Blattes nachzuweisen. Sie können in der primären und secundären Rinde, sowie im Marke auftreten. Bei bestimmten Arten finden sie sich nur in einem dieser Theile vor, bei Valenzuelia und Stocksia z. B. nur in der primären Rinde, bei anderen in allen, wie z. B. bei den zur Untersuchung gelangten Arten von Thouinia und Cupania.

Sie sind meist in der Längsrichtung der Zweige gestreckt. Insbesondere gilt diess für die Secretschläuche, die sich im Baste finden. Im Marke und in der primären Rinde treten auch kürzere Secretzellen auf. Häufig sind sie, besonders die des Bastes und der primären Rinde, durch ein weites Lumen ausgezeichnet. Ausserordentlich weitlumig sind beispielsweise die sehr zahlreichen Secretzellen der primären Rinde bei Plagioscyphus cauliflorus, deren Durchmesser 0,108 mm und mehr beträgt. Die Secretzellen im Baste von Synima Cordierii erreichen den ebenfalls verhältnissmässig (d. h. im Verhältnisse zu den übrigen Bastelementen) beträchtlichen Durchmesser von 0,036 mm. Die Secretzellen des Markes zeichnen sich vor den übrigen Zellen desselben häufig durch einen kleinen Querschnitt aus.

Was die Anordnung der Secretzellen auf dem Zweigquerschnitte anlangt, so erscheinen die Secretzellen des Markes und der primären Rinde isolirt. Die der secundären Rinde sind mitunter zu Gruppen vereiniget, z. B. bei Jagera pseudorhus, Pometia tomentosa, Thinouia myriantha. Hinsichtlich der Anordnung in der Längsrichtung ist hervorzuheben, dass besonders die Secretzellen der primären Rinde sehr häufig Längsreihen von verschiedener Ausdehnung bilden; diese bestehen aus einer grösseren oder geringeren Anzahl von selbst bald stark bald wenig der Länge nach gestreckten Zellen. Solche Längsreihen beobachtet man z. B. in der primären Rinde von Toulicia megalocarpa, Plagioscyphus cauliflorus, Zollingeria macrocarpa, Tristiropsis acutangula, Haplocoelum inopleum, Xerospermum Noronhianum, Cupania americana u. a. Auch die Secretzellen in Mark und Bast zeigen bisweilen eine solche Anordnung. Vielgliederige Längsreihen finden sich beispielsweise im Marke von Allophyllus Cobbe. Im Baste kommen seltener mehrere Secretzellen über einander (so bei Valenzuelia), häufiger nur deren zwei, wie bei Zollingeria macrocarpa, Castanospora Alphandi u. a., vor.

Was das Secret anlangt, so zeigt dasselbe in der Axe bei verschiedenen Arten ähnliche Verschiedenheiten, wie in den Secretzellen des Blattes.

Besondere Erwähnung verdient die Anordnung der Secretzellen bei Stocksia. Hier bilden dieselben mehrreihige (8—12-reihige) Stränge, welche wenige Zelllagen unter der Epidermis in der Richtung der Axe verlaufen und dem blossen Auge als erhabene Linien auf der Zweigoberfläche sichtbar sind. Die betreffenden Zellen sind weitlumig und kaum länger als breit. Ihr Inhalt zeigt eine gummiartige Beschaffenheit.

In den Zweigen findet sich, wie im Blatte, der oxalsaure Kalk niemals in der Form von Rhaphiden; in einer

Art von Styloiden (sieh oben p. 114) nur bei Diatenopteryx im Baste; ausserdem in Rinde, Holz und Mark stets in klinorhombischen (hendyoëdrischen) Einzelkrystallen, Zwillingen oder Drusen, und zwar entweder nur in Einzelkrystallen oder aber in Einzelkrystallen und Drusen, welch letztere dann meist an Menge den ersteren nachstehen. Bei keiner Sapindacee kommen ausschliesslich Krystalldrusen in der Axe vor. Ueber das Auftreten der Einzelkrystalle und Drusen in den verschiedenen Geweben der Axe sei Folgendes bemerkt.

Das Mark ist gelegentlich sehr reich an Einzelkrystallen, wie bei Thouinia simplicifolia, Atalaya salicifolia, Melicocca bijuga, Cossignia trifoliata und Doratoxylon. Drusen wurden neben spärlicher auftretenden Einzelkrystallen z. B. im Marke von Deinbollia borbonica, Erythrophysa undulata, Dodonaea stenoptera, Harpullia philippinensis, Drusen allein im Marke von Xanthoceras beobachtet.

Im Holze finden sich nur Einzelkrystalle in reihenweise geordneten Zellen (sogenannten Kammerfasern) in bald geringerer, bald grösserer Menge, ohne aber bei allen Arten vorzukommen.

Die primäre Rinde enthält bei den Sapindaceen sehr häufig Einzelkrystalle. Dieselben finden sich sowohl im äusseren und mittleren Theile derselben, als auch in directer Nachbarschaft der gemischten und continuirlichen Sklerenchymscheide oder in Zellen der letzteren selbst vor. Reichlich sind die Einzelkrystalle z. B. in dem primären Rindengewebe bei Doratoxylon und in Umgebung der Scheide bei Deinbollia borbonica und Laccodiscus ferrugineus. Drusen kommen beispielsweise in der primären Rinde von Deinbollia borbonica, Aphanococcus, Hebecoccus, Scyphonychium multiflorum, Koelreuteria paniculata, Stocksia und Erythrophysa undulata vor.

Die secundäre Rinde enthält den oxalsauren Kalk sowohl in den Markstrahlen, als auch im Bastparenchyme. Das Markstrahlgewebe enthält meist Einzelkrystalle (Talisia guianensis, Blighia sapida etc.), mitunter aber auch vorwiegend Drusen (Toulicia, Deinbollia und Schleichera trijuga). Das den oxalsauren Kalk enthaltende Bastparenchym ist gefächert, sogenannte Kammerfasern bildend. Es findet sich, Einzelkrystalle enthaltend, oft reichlich, z. B. bei Thouinia simplicifolia, Alectryon serratum, Xerospermum Noronhianum, Cupania americana, Matayba elegans, Diploglottis australis, Storthocalyx sordidus, Dodonaea, Hypelate, Hippobromus, Doratoxylon. Gekammertes Bastparenchym mit Drusen, welches bei anderen Familien, z. B. den Rutaceen vielfach vorkommt, ist hier verhältnissmässig selten; beobachtet wurde es z. B. bei Koelreuteria paniculata, Sapindus oahuensis und Erythrophysa undulata.

Was von den anatomischen Verhältnissen der Axe und des Blattes den verwandten oder wenigstens im Habitus ähnlichen Familien gegenüber als besonders charakteristisch und desshalb in systematischer Beziehung besonders werthvoll erscheint, ist, um es nochmal hervorzuheben, einerseits der Sklerenchymring, die einfache Durchbrechung der Gefässzwischenwände, das Besetztsein der Gefässe mit Hoftüpfeln auch in der Nachbarschaft von Parenchym und das einfach getüpfelte Holzprosenchym, sowie für nicht wenige eine eigenthümliche Anomalie der Stamm- und Zweigstructur, andererseits das häufige Auftreten der im Vorausgehenden erwähnten Secretzellen, sowie auch der kleinen Aussendrüsen; ferner der Saponingehalt, der jene (wie auch andere Theile) auszeichnen kann.

Durch Rücksichtnahme auf diese Verhältnisse allein schon ist es in der Regel leicht, die Arten mit zusammengesetzten Blättern — und meist auch die diesen gegenüber

eine verschwindend kleine Zahl bildenden Arten mit einfachen Blättern — als Sapindaceen zu erkennen.

Es ist sicherlich ein sehr schätzbarer Gewinn, welcher sich aus der anatomischen Methode in ihrer Anwendung auf die Sapindaceen sowohl für die Charakterisirung derselben im allgemeinen, wie im einzelnen, als für die Aufdeckung ihrer verwandtschaftlichen Beziehungen zu einander ergeben hat. Welcher Vortheil, welche Sicherheit, welcher Reichthum von Charakteren erwächst dadurch der heutigen Systematik im Vergleiche mit jener früherer Tage und selbst noch jener Tage, in welchen ich meine ersten Resultate aus der Bethätigung der neuen Methode der British Association zu Norwich (im August 1868) vorlegte und den zweifelsvollen Coryphäen der damaligen systematischen Schule zu zeigen versuchte, welche Sicherheit man für die Unterscheidung der bis dahin auch in fructificirten Materialien immer und immer wieder mit einander vermengten Serjania-Arten aus der Beachtung ihrer Zweigstructur gewinnen könne.[1])

---

1) Um durch eine concrete Nutzanwendung das Gesagte noch weiter zu bekräftigen, so mag hier mitgetheilt sein, dass den erwähnten anatomischen Merkmalen nach die unter dem Namen Paullinia oceanica Bull (Catal. 1875, p. 8, nach Morren, La Belgique horticole XXVI, 1876, p. 157) seit 1875 aus Polynesien in die europäischen Gärten gelangte Pflanze mit zerstreut stehenden, in ihrem unteren Theile doppelt, im oberen einfach gefiederten Blättern und eingeschnitten stumpfzähnigen Blättchen, welche Pflanze noch kein Botaniker meines Wissens blühend gesehen hat, wohl keine Sapindacee ist, da ihr der geschlossene Sklerenchymring fehlt. dass sie dagegen darnach und mit Rücksicht auf die ihr eigenen Secretzellen mit aller wünschenswerthen Bestimmtheit als eine Meliacee bezeichnet werden kann und zwar mit grosser Wahrscheinlichkeit wieder als Typus einer neuen Gattung, welcher ich, weil ihr ein höher zusammengesetztes Blatt zukommt, wie sonst in der Familie der Meliaceen nur der Gattung Melia, den Namen Meliadelpha (M. oceanica) ertheilen will. Was zur Charakterisirung derselben

IX. Stellung der Familie.

Es erübrigt mir noch, die Verwandtschaftsverhältnisse der Familie der Sapindaceen als solcher, das heisst ihre Stellung im Systeme in Betracht zu ziehen.

In dieser Hinsicht hat sich mir mit immer steigender Nöthigung die Meinung aufgedrängt, dass die Sapindaceen (im Zusammenhange mit den Hippocastaneen und Acerineen, wie sich nach dem früher Gesagten von selbst versteht) als am nächsten verwandt mit denjenigen Familien zu betrachten sind, welche am häufigsten und hartnäckigsten mit denselben verwechselt wor-

---

ausser dem Angeführten noch weiter hervorgehoben werden kann, das ist das Vorkommen von kleinen Aussendrüsen auf dem zugleich durch wellig-buchtige Epidermiszellen ausgezeichneten Blatte und von eigenartigen Krystallzellen, denen von Citrus ähnlich, besonders an der oberen Blattseite, ein Vorkommniss, welches auch bei anderen Meliaceen zu beobachten ist, namentlich bei Dysoxylon-Arten (s. Radlkofer über Cupania, Sitz.-Berichte der kgl. bayer. Academie, 1879, p. 597). Von den rundlichen oder eiförmigen Fiederchen, welche ein basales und ein apicales Joch zu bilden pflegen, sind die letzteren nicht selten mit dem dann lang gestielt erscheinenden Endtheile der Fiedern verschmolzen; die obersten Fiedern erscheinen überhaupt meist einfach, und mitunter ist das ganze Blatt nur einfach gefiedert. So öfters bei der cultivirten Pflanze (mit 6—8 Fiedern an dem 10—20 cm langen Blatte), bei der ich an zusammengesetzten Fiedern auch immer nur das untere Fiederchenpaar ausgebildet gesehen habe. Die reichere Gliederung des Blattes zeigte sich an einem hieher zu rechnenden Exemplare aus Neu-Caledonien, welches durch Ferd. v. Müller an das Pariser Museum gelangt ist (mit 7—8 Fiederpaaren an dem 20—30 cm langen Blatte).

Ein anderes Exemplar aus ganz derselben Quelle (mit n. 46 bezeichnet) zeigt einen gedrungeneren Wuchs (meist 10 Fiederpaare auf ein nur 15 cm langes Blatt) und durchaus rundliche (0,5—1 cm messende), nur buchtige Fiederchen, sowie stärkere Behaarung an deren Unterseite und an der Blattspindel. Dasselbe mag als Repräsentant einer besonderen Art angesehen sein und Meliadelpha conferta heissen.

den sind. Es sind das, wie ich in meiner Abhandlung über Sapindus (Sitzungsberichte 1878, p. 233 Anmerkung, und p. 314) und in meiner Rede über die anatomische Methode (1883, p. 28 Anmerkung) erwähnt habe, die Meliaceen und Anacardiaceen, weiter im Gefolge dieser die Burseraceen, im Gefolge jener die Simarubaceen und Rutaceen.

In dieser Verwandtschaftsscala mag die Voranstellung der Meliaceen einigermassen befremdlich erscheinen, obwohl eine gewisse Verwandtschaft derselben mit den Sapindaceen auch schon früher (sieh Endlicher Gen. p. 1047 und Harvey et Sonder Flor. capensis I, 1859—60, p. 236—244, in welch letzterem Werke sie unter Zwischenschiebung der aus den weiter oben schon besprochenen Gattungen Ptaeroxylon und Aitonia gebildeten Familien der Ptaeroxyleen Sond. und Aitonieen Harv. neben einander gestellt sind) angenommen oder gelegentlich sogar dringend urgirt worden ist (wie von Baillon Hist. d. Pl. V, 1874, p. 486, leider aber auf Grund mit so wenig Recht den Sapindaceen zugewiesener Gattungen, wie Aitonia), während von Anderen wieder gegen eine unmittelbare Aneinanderreihung der Sapindaceen und Meliaceen Bedenken erhoben worden sind (sieh C. De Candolle, Monographie der Meliaceen 1878, p. 415). Das Befremdliche ist auch sicherlich vorhanden, wenn man das Verwandtschaftliche zu ausschliesslich in den gestaltlichen Verhältnissen der Fructificationsorgane sucht, wogegen schon wiederholt gewiegte Systematiker, wie z. B. J. E. Planchon und Agardh sich ausgesprochen haben[1]), und wenn man einzelne solche Ver-

1) Sieh die schon oben p. 234 citirte Abhandlung von J. E. Planchon, on Meliantheae, in Transact. Linn. Soc. XX, 3, 1851, p. 412: „. . But here as everywhere care must be taken not to confound floral analogy with real signs of immediate connexion; not to mistake parallelism of structur for that direct tendency which habit,

hältnisse der Fructificationsorgane, die sich unter dem Drange nach Realisirung des Fortpflanzungsprocesses verhältnissmässig leicht in verschiedener Weise modificiren zu können scheinen, höher als die gesammte übrige Organisation anschlägt, z. B. für die Meliaceen den „Tubus stamineus" und die „scheibenförmige Narbe", nach welchen Verhältnissen es scheint, dass dieselben kaum einer anderen Gruppe als den sicherlich damit in naher Beziehung stehenden Aurantieen an die Seite gestellt werden könnten, wie es bei Endlicher in dessen Classe der Hesperides geschehen ist; oder die meist „paarweise im Fruchtfache entwickelten, epitropen, hängenden Samenknospen", wornach dieselben den Burseraceen als nächste Verwandte angereiht wurden, wie in Bentham & Hooker Genera, während man die nächsten Verwandten der Sapindaceen mit Rücksicht auf einige flügelfrüchtige Gattungen in den fast durchaus flügelfrüchtigen Malpighiaceen (sieh Endlicher und Baillon), und eben um ihrer „Flügelfrüchte" halber (wovon schon oben p. 234 bei

---

the true touchstone of affinities, points out mor or less clearly from one natural group to another."

Ferner Agardh, Theoria systematis plantarum (1858), p. 171. an welcher Stelle es sich um die von Linné unter dem Namen der Gruinales zusammengefassten, verschiedenen Familien angehörigen Gewächse handelt: „Mihi vero non tantum characteres e flore desumtos in plantarum affinitate dijudicando consulendos existimanti, ordines a Linnaeo conjuncti analogi potius quam affines habentur. Organa vegetationis longe diversa diversos typos mihi indicant, quorum quisque in his plantis formam suam evolutione conformi florum analogam habeant." Dieser Ausspruch, dem sicherlich viel Richtiges zu Grunde liegt, gewinnt eine höhere Bedeutung, wie mir scheint, wenn man unter „Verschiedenheit der Vegetationsorgane" nicht bloss die äussere, den Habitus bedingende, sondern besonders auch die anatomische Verschiedenheit versteht, die Verschiedenheit der Bausteine am organischen Gebäude, worauf ich im Obigen sogleich zurückkommen werde.

Beleuchtung der Gattung Hornea die Rede war), oder zugleich (wie Eichler), um ihrer doch in ganz anderer Weise als bei den Malpighiaceen geregelten „schiefen Blüthensymmetrie" halber erblicken zu müssen glaubte, oder in den mit den Malpighiaceen selbst wieder nahe verwandten Erythroxyleen mit Rücksicht auf die hier und dort auftretenden eigenthümlichen „Blumenblattschuppen" (wovon ebenfalls schon früher, p. 237, die Rede war), und dergleichen mehr.

Anders stellt sich die Sache dem auch auf die anatomischen Merkmale mit entsprechender Aufmerksamkeit gerichteten Blicke dar, der zur Erfassung des eigenthümlichen Charakters eines organischen Bauwerkes, eines Organismus, wie ich es schon an anderer Stelle ausgedrückt und betont habe (Rede über die anatomische Methode 1883, p. 48 und über Forchhammeria, Sitzungsberichte etc. 1884, p. 89, 98) nicht bloss die Umrisse desselben, sondern auch das Material und die Mache, die Natur der Bausteine und die Art ihrer Verwendung in Betracht zieht und darnach auf den Plan und die Bedeutung des Ganzen zurückschliesst.

Auf diesem Wege, und namentlich wenn unser Blick allmälig auch für Erfassung des moleculären Aufbaues die wünschenswerthe Schärfe gewonnen haben wird, dürfen wir vielleicht hoffen, auch für die Organismen etwas dem Axenkreuze und dem regulären Punktsysteme des Krystallographen Entsprechendes zu finden, was uns erst vollständig befähigen wird, die Verschiedenheit des inneren Wesens äusserlich ähnlicher Gebilde und die innere Einheit äusserlich verschiedener Gestaltungen bestimmt zu erkennen, wie etwa die Wesensverschiedenheit des regulären vom quadratischen Octaëder und die nahe Beziehung des ersteren allein zum Dodekaëder u. s. w.

Wenden wir das, so weit es gegenwärtig möglich, auf die in Rede stehenden Gewächse an und fassen wir, wozu schon immer ein mehr oder minder unwiderstehlicher Drang durch die Natur der Dinge sich geltend gemacht hat, unter den Eucyclicae Haustein's oder den Disciflorae Bentham's und Hooker's diejenigen Familien in eine Gruppe oder Cohorte zusammen, welche sich durch das Auftreten besonderer, ätherisches Oel, Balsam oder Harz führender Secretionsorgane auszeichnen, und für welche die schon von Endlicher für eine allerdings nur zum Theile die gleichen Familien in sich schliessende Gruppe gebrauchte Bezeichnung der Terebinthineae (oder wie man für die veränderte Gruppe, und um an die analoge Gruppe der Guttiferae unter den Thalamifloren zu erinnern, auch sagen könnte: der Terebinthiferae, oder, wenn man im Anschlusse an die Cohortenbezeichnung von Bentham und Hooker so lieber will: der Terebinthales) als völlig angemessen erscheint, für welche aber vielleicht noch besser die kürzere und direct an den Namen der das Wesen der ganzen Gruppe anscheinend am besten illustrirenden Familie der Rutaceen anknüpfende und in dem Systeme von Lindley bereits für eine sehr ähnliche Familiengruppe gebrauchte Bezeichnung „Rutales" verwendet werden kann, so erhalten wir damit eine zunächst durch ihre anatomischen Verhältnisse in hervorragender Weise ausgezeichnete Gruppe, innerhalb welcher auch die Fructificationsorgane keine derartigen Verschiedenheiten zeigen, dass dem anatomischen Befunde dadurch eine gefährliche Klippe erwüchse. Diese Gruppe umschliesst die Familien der Rutaceen (in dem weiteren Sinne von Bentham & Hooker und einschliesslich der Amyrideen), der Burseraceen, der Anacardiaceen, der Meliaceen und der Sapindaceen, mit den Hippocastaneen und Acerineen im Gefolge, und ausserdem noch die von vielen Autoren geradezu mit den Rutaceen vereinigten

Simarubaceen, bei welchen die Secrete der übrigen zum Theile durch eigenthümliche Bitterstoffe vertreten erscheinen.[1])

Diese Familien lassen sich naturgemäss in eine Hauptreihe mit im allgemeinen epitropen, und in eine Nebenreihe mit im allgemeinen apotropen Samenknospen ordnen.

---

1) Dass die, wie anderwärts, so auch in Bentham & Hooker noch den Simarubaceen um der Beschaffenheit ihres Gynoeciums halber nahe gerückten Ochnaceen nicht hieher gehören, haben schon Engler und Eichler (sieh des letzteren Blüthendiagramme, II, p. 257 ff.) dargethan, von denen sie der Erstere mit den nahe verwandten Sauvagesiaceen zu den Polycarpicae, der Letztere zu seinen Cistifloren bringt.

Der Familie der Sabiaceen (oder Meliosmeen Endl.) scheint ebenfalls ein anderer Platz als wie in Benth. Hook. Gen., wo sie den Anacardiaceen folgen, oder wie in Endlicher, der sie den Sapindaceen angereiht hat, angewiesen werden zu müssen, und zwar wahrscheinlich an der schon früher von ihnen eingenommenen Stelle in der Nähe der Menispermaceen, Berberideen und Laurineen, worauf sowohl anatomische als morphologische Charaktere hindeuten, wovon ein anderesmal des Näheren die Rede sein mag.

Was weiter die von Endlicher den Terebinthineen beigezählten Juglandeen und Connaraceen betrifft, so haben dieselben in den neueren Systemen wohl den richtigen Platz bereits erhalten, die ersteren bei den Amentaceen, die letzteren in der Nähe der Leguminosen, von denen sie, so zu sagen, nur eine Form mit gewöhnlich mehrgliedrigem, apocarpem Gynoecium und aufrechten orthotropen Samenknospen darstellen. Die den Schluss der Terebinthineae bei Endlicher bildenden Zygophylleen, mit den (schon oben p. 112 etc. besprochenen) Meliantheen und den Biebersteinieen im Gefolge, werden später bei Betrachtung der Cohorte der Geraniales ihre Erwähnung finden, gleichwie die mit den Sapindaceen als Acera von ihm zusammengefassten Malpighiaceen und Erythroxyleen (s. auch im Vorausgehenden p. 334, 335). Die den Acera noch weiter von Endlicher eingefügten Rhizoboleen DC., haben bei Bentham und Hooker eine Stelle als Tribus der Ternströmiaceen gefunden und kommen hier nicht weiter in Betracht.

Die Hauptreihe umfasst die Rutaceen, Simarubaceen, Burseraceen und Meliaceen, über deren Verwandtschaft unter einander, da sie allgemein anerkannt ist (sieh darüber auch Engler, Monographie der Burseraceen, 1883, p. 3) kaum etwas zu sagen nöthig ist. Bezüglich des ausnahmsweisen Vorkommens von apotropen Samenknospen in dieser Reihe verweise ich auf das schon oben über gewisse Ruteen (p. 142), über Alvaradoa (p. 142), über Ptaeroxylon, Cedrela und Synoum (p. 163) Bemerkte.

Die Nebenreihe bilden die Anacardiaceen und Sapindaceen (mit den Hippocastaneen und Acerineen im Gefolge), welche auch wieder unter sich, namentlich seit ihrer Vereinigung in eine Cohors in Benth. Hook. Gen., als genügend nahe verwandt betrachtet werden (sieh darüber auch Engler, Monographie der Anacardiaceen, 1883, p. 174), um weitere Worte darüber als überflüssig zu erachten. Ebenso ist im Hinblicke auf das oben (p. 205) über die Gliederung der Sapindaceen und (p. 206) über die anomospermen Sapindaceen Gesagte unnöthig, nochmals an das ausnahmsweise Vorkommen epitroper Samenknospen in dieser Reihe zu erinnern.

Dass nun die Anacardiaceen, trotz der Apotropie ihrer Samenknospen, selbst wieder ihrem ganzen übrigen Wesen nach als den Burseraceen nahe verwandte Gewächse zu betrachten sind[1]), das ist durch ihre Nebeneinanderstellung

---

1) Ausser dem schon Bekannten mag in dieser Hinsicht aus den von Herrn Dr. Solereder über die Zweigstructur durchgeführten Untersuchungen hervorgehoben sein, dass diese beiden Familien allein unter den Rutales durch ein eigenthümliches Verhalten der mit Markstrahl- und Holzparenchym in Berührung stehenden Gefässwände ausgezeichnet sind, welches ich seiner Zeit schon bei der Ueberführung von Dobinea zu den Anacardiaceen erwähnt habe (sieh diese Sitzungsber. 1888, p. 387), und welches darin besteht, dass an Stelle der Hoftüpfel meistentheils grosse einfache Tüpfel auftreten, so dass

in dem Systeme schon so oft und immer wieder zum Ausdrucke gelangt, bei Endlicher so gut, als bei De Candolle, Baillon und Eichler, dass ein Widerstreben dagegen sich nie hat dauernde Geltung verschaffen können, wie denn auch Eichler gegenüber der Ablösung der Anacardiaceen von den Burseraceen und ihrer Uebertragung in die Gruppe der „Sapindales" durch Bentham und Hooker sich geradezu dahin aussprach, dass die Anacardiaceen, die man häufig mit den Burseraceen ganz zusammengezogen hat, jedenfalls in der nämlichen Gruppe mit denselben bleiben müssen.

Den Widerstreit zwischen diesen Anschauungen vermittelt das eingangs dieser Betrachtung über die Verwandtschaftsverhältnisse der Sapindaceen schon ausgesprochene Ergebniss meiner in dieser Richtung gepflogenen Studien,

---

solche Wände weitläufig netzfaserig oder selbst nur querfaserig verdickt erscheinen.

Gelegentlich der Wiedererwähnung der schon im Beginne der gegenwärtigen Abhandlung an einer anfangs April durch die Presse gegangenen Stelle, p. 109, berührten Gattung Dobinea freue ich mich, bezüglich der dort von mir aus Podoon Delavayi Baillon gebildeten Dobinea Delavayi noch anführen zu können, dass gemäss der am 27. Mai mir zugekommenen Nummer 105 des Bulletin de la Société Linnéenne de Paris, Sitzung vom 2. April 1890, p. 834, Baillon nun selbst auch der Meinung geworden ist, dass seine Gattung Podoon mit Dobinea zusammenfalle. Wenn derselbe dabei wiederholt Gewicht auf die gegenständigen Blätter der D. vulgaris legt, so erinnere ich daran, dass ich schon bei der Ueberführung derselben von den Acerineen zu den Anacardiaceen in diesen Sitzungsberichten, 1888, p. 393 hervorgehoben habe, dass auch zerstreut stehende Blätter an derselben nicht selten vorkommen. Ein triftiger Grund weiter zur Auffassung dieser durch und durch echten Anacardiaceen-Gattung als einer besonderen Familie, wie sie Baillon früher unter dem nunmehr seiner Meinung nach eventuell durch die Bezeichnung Dobineaceae zu ersetzenden Namen der Podoonaceae in Vorschlag gebracht hat, ist sicherlich nicht vorhanden.

welches eine Herübernahme auch der Sapindaceen in die gleiche Gruppe, welcher nach Eichler die Anacardiaceen zuzuweisen sind, verlangt, weil, um mich den Worten Eichlers anzuschliessen, die Sapindaceen jedenfalls in der nämlichen Gruppe ihren Platz finden müssen, wie die Meliaceen. Anstatt also die Anacardiaceen aus ihrer natürlichen Verbindung mit den Burseraceen herauszureissen, um sie mit den ihnen verwandten Sapindaceen in Berührung zu bringen, sind vielmehr die Sapindaceen in jene Familien-Gruppe mit einzureihen, welche die in Verbindung mit den Burseraceen erhaltenen Anacardiaceen in sich schliesst, und zwar nicht bloss um ihrer nahen Beziehungen zu den Anacardiaceen halber, sondern weil in dieser Gruppe auch die mit den Sapindaceen wohl überhaupt die nächsten Beziehungen verrathende Familie der Meliaceen ihren naturgemässen und längst gesicherten Platz gefunden hat.

Wie die Anacardiaceen zu den Burseraceen, so verhalten sich nämlich die Sapindaceen zu den Meliaceen, deren ersteren (Sapindaceen) die epitropen Samenknospen so wenig fremd sind, wie den letzteren (Meliaceen) die apotropen (sieh oben p. 338), und welche so auch wieder den Unterschied hierin zwischen den Burseraceen und Anacardiaceen als einen lange nicht so erheblichen, wie er Manchen erscheint, darzustellen geeignet sind.

Die letzt genannten Familien — Simarubaceen, Burseraceen, Anacardiaceen, Meliaceen, Sapindaceen — können alle als Abkömmlinge oder Seitenglieder der Rutaceen aufgefasst werden, deren in Rinde und Blatt enthaltene Secretlücken bei den Burseraceen und Anacardiaceen sich in Secretgänge des Weichbastes[1]) und

1) Es mag hier bezüglich der in Bentham & Hooker Gen. I. Addend. p. 993 (1867) den Burseraceen als „sehr anomale, mit Protium anscheinend verwandte" Pflanze einverleibten, monoty-

bei den Anacardiaceen zum Theile auch des Markes umgebildet haben, theilweise aber auch daneben noch als Secrethöhlen erhalten blieben, wie nach Engler bei

---

pischen, von Welwitsch aufgestellten und inzwischen in den Transact. Linn. Soc. XXVII, 1869, p. 20, tab. 7 auch beschriebenen, ferner in Oliver Fl. trop. Afr. I, 1868, p. 323 und in Baillon Hist. d. Pl. V, 1874, p. 311 aufgeführten, in der Burseraceen-Monographie von Engler, 1883, aber mit Stillschweigen übergangenen Gattung Paivaeusa (mit P. dactylophylla Welw. aus Angola) erwähnt sein, dass sie bei Untersuchung durch Herrn Dr. Solereder als der betreffenden Secretgänge entbehrend sich erwiesen hat.

Dieselbe gehört aber auch sicher nicht zu den Burseraceen.

Schon die Angaben in Bentham & Hooker Gen. erweckten in mir die Vermuthung, dass in derselben eine missdeutete Euphorbiacee zu sehen sei, und die Untersuchung der Pflanze unter Anwendung der anatomischen Methode, wozu ich in dem Herb. DC. Gelegenheit fand, bestätigte diese Vermuthung, so dass ich mit Bestimmtheit aussprechen kann: die Gattung Paivaeusa gehört zu den Euphorbiaceen, mit welchen sie auch Baillon schon (a. a. O.) in einzelnen Stücken, wie in anderen mit Bursera, als verwandt erachtet hatte, und zwar zu der Gruppe der Phyllantheen, in welcher sie ihren Platz unmittelbar neben der ebenfalls monotypischen und ebenfalls im westlichen, tropischen Africa einheimischen Gattung Oldfieldia Benth. & Hook. (mit O. africana Benth. & Hook.) zu erhalten hat.

Entscheidend für diese Auffassung ist namentlich die Beschaffenheit der Pollenkörner, welche ziemlich gross, kugelig, ohne Poren und locker gekörnelt, resp. mit kleinen, stäbchenartigen, mehr oder minder spitzen Erhebungen (Stacheln, aber von geringerer Grösse als sie Baillon in Étude d. Euphorbiac., 1858, tab. XXVI, fig. 6 für Caletia gezeichnet hat) besetzt sind, wie das für einen Theil der Euphorbiaceen schon v. Mohl (über den Pollen, 1834, p. 97) angegeben hat, wie ich es seiner Zeit auch bei der von mir aufgestellten Euphorbiaceen-Gattung Pausandra dargestellt habe (Flora, 1870, p. 86, Tab. 2, Fig. 2), und wie das in noch vollkommener übereinstimmender Weise bei der Gattung Oldfieldia der Fall ist.

Die Antheren werden von den Autoren ähnlich wie bei den in Benth. Hook. Gen. einander nahe gerückten Gattungen Toxi-

Campnosperma und Faguetia in der Rinde, und wie anscheinend auch in dessen „kurzen Harzgängen" im Marke bei denselben Gattungen und bei Metopium und Schin-

---

codendron Thunb. (Hyaenanche Lamb. — nicht Hyaenachne, wie es in Benth. Hook. Gen. und darnach auch in Durand Index im Texte und im Register heisst), Oldfieldia Hook. und Piranhea Baill. beschrieben, als „antherae erectae, paullo supra basin insertae" (Welw.) oder als „antherae basifixae" (Benth. Hook. Gen.), sie sind aber, genauer genommen, ähnlich wie es durch die Worte „loculis medium versus affixis" für die ebenfalls nahe gerückte Gattung Bischoffia Bl. in Benth. Hook. Gen. ausgedrückt ist, in ihrer Mitte inserirt, und zwar an der nach innen gekehrten Seite, bei subextrorsen, oben wie unten getrennten Fächern (thecae, loculi autor.), so dass sie den allerdings noch deutlicher zweiknöpfigen und noch höher inserirten (subextrorsen) Antheren von Antidesma ähnlich erscheinen, nur dass die für diese Gattung eigenthümliche Ueberneigung der Spitze nach (innen und) unten an den entwickelten Staubgefässen unterbleibt, und die ursprüngliche Richtung, wie in der Knospe, welche von Müller Arg. richtiger als in Benth. Hook. Gen. angegeben ist, erhalten bleibt. Sie werden weiter von Welwitsch als „minute glanduloso-punctatae" bezeichnet; darunter ist aber nur eine papillöse Wölbung der Exotheciumzellen zu verstehen.

Der nach innen von den Staubgefässen stehende, fast kugelig polsterförmige Discus („crenatus") ist ringsum mit Längsfurchen versehen, welche von dem Drucke der Filamente herrühren und in ganz ähnlicher Weise an dem nur etwas flacheren und durch dichte Behaarung verschiedenen Discus („breviter lobatus") von Oldfieldia sich finden.

Hinsichtlich der weiblichen Blüthen seien die bisherigen Angaben nur dahin ergänzt, dass die beiden Samenknospen in jedem der beiden median stehenden Fächer von einem grossen, gemeinschaftlichen sogenannten Obturator bedeckt sind, ähnlich dem von Baillon (Etude etc. tab. XXIV fig. 40) für Drypetes gezeichneten.

Die Frucht habe ich nicht zu untersuchen Gelegenheit gehabt. Ihre Theile dürften von den Autoren wohl nur missdeutet sein. Doch will ich in leicht sich darbietenden, schon aus der Zeichnung von Welwitsch in Vergleichung mit der Hooker's für Oldfieldia zu entnehmenden Vermuthungen über ihre richtige Auffassung mich hier

opsis (sieh Engler's Botanische Jahrbücher I, 1881, p. 389 etc.), während sie bei den Meliaceen und Sapindaceen, ferner bei den an diese sich enge anschliessenden

---

nicht ergehen, zumal die Stellung der Pflanze auch so schon als eine durchaus gesicherte erscheint. Nur das mag bemerkt sein, dass eine Spaltung und Ablösung des „lederigen, zweiklappigen Epicarpes" von dem „papierartigen Putamen", welches zu der Auffassung der Pflanze als einer „mit Protium nahe verwandten Burseracee" beigetragen zu haben scheint, sich auch bei anderen Euphorbiaceen mit subdrupösen Früchten findet, wie z. B. bei der nahe stehenden Gattung Piranhea Baill., nach von Martius gesammelten, mir vorliegenden Exemplaren.

Was die vegetativen Organe betrifft, so ist das Fehlen von milchsaftführenden Elementen hervorzuheben, welches in vollem Einklange mit der Zugehörigkeit der Pflanze zu den Phyllantheen steht.

Das Blatt ist ausgezeichnet durch eine nur an der Oberseite sich findende, starke Verschleimung der Innenwände zahlreicher Epidermiszellen, welche braunen Gerbstoff enthalten; durch den Aufbau des Mesophylles aus mehreren Schichten in der Richtung der Pallisadenzellen gestreckter, in jeder tieferen Schichte aber kürzer werdender und in der untersten Schichte verflachter Zellen; durch eine an ziemlich grossen, beiderseits mit gewöhnlich zwei den Schliesszellen und unter einander parallelen, schmalen Nebenzellen versehenen Spaltöffnungen reiche Epidermis der unteren Blattseite, welche von einem Filze krauser Haare bedeckt ist. Diese Haare bestehen aus einer kurzen dickwandigen Stielzelle, welche mit ihrem unteren Theile zwischen die Epidermiszellen eingeschoben ist, und aus einer langen, ziemlich dünnwandigen, spitzen, das eigentliche Haar bildenden Zelle.

In allen diesen Stücken zeigt das Blatt von Oldfieldia vollkommene Uebereinstimmung, nur ist es kahl, bis auf wenige ganz kurze Haare an der Unterseite der Nerven. Diese Haare zeigen übrigens, wie die der dichter behaarten Inflorescenzen und Blüthentheile dieselbe Zusammensetzung aus einer kurzen Stielzelle und einer längeren Endzelle, wie bei Paivaeusa. In all diesen Structureigenthümlichkeiten verhalten sich diese beiden (monotypischen) Gattungen, wie sonst Arten einer Gattung.

Hippocastaneen und Acerineen[1]), die neue Gattung Dipteronia Oliv. nicht ausgenommen, durch blosse Secretzellen — wie das ja bei gewissen Rutaceen selbst schon der Fall ist (s. ob. p. 161, Anm., bezüglich Esenbeckia laevicarpa) — ersetzt worden sind und bei den noch weiter in die Hauptreihe einzuschliessenden Simarubaceen durch Bitterstoff führendes Gewebe ohne Hervorbildung besonderer Behälter vertreten erscheinen, soweit sie hier nicht als Secretgänge an der Markperipherie sich erhalten haben, wie bei den von Solereder in der Schrift über die Holzstructur p. 93 aufgeführten Gattungen Simaba, Aruba, Simaruba, Ailanthus, Samadera, Picrasma, Brucea, Picraena, Picrolemma, Soulamea und Amaroria, welchen auch die neue Gattung Picrocardia[2]) sich anreiht,

---

1) Sieh über die letzteren die Angaben in De Bary, vergl. Anat. d. Vegetationsorg., 1877, p. 157, woselbst die Natur der in Rede stehenden Organe als blosser Secretschläuche (d. h. Secretzellen) — gegenüber der „gewöhnlich" und bei Pax in Engler's Jahrb., VII, 1886, p. 258 auf's neue sich findenden Bezeichnung derselben als Milchsaftgefässen — entsprechend hervorgehoben ist.

2) Diese schon oben p. 140 erwähnte neue Gattung mag hier charakterisirt sein, wie folgt.

Picrocardia m.: Flores unisexuales (dioici?). Flores masculi: Calyx minutus (4—) 5-partitus, aestivatione aperta, lobis deltoideis erectis parcissime pilosiusculis. Petala (4—) 5, linearia, primum incurva, dein reflexa, in alabastro vix contigua, glabra. Discus tumide pulvinaris, in centro depressus, radiatim trisulcatus, margine undulato-lobatus et foveolatus. Stamina duplo petalorum numero, petala subaequantia, subincurvo-erecta, exteriora epipetala cum petalis sinubus disci sub margine inserta, basi interdum cum petalis cohaerentia, interiora episepala paullo altius in sulcis vel foveolis disci inserta; filamenta filiformia glabra; antherae orbiculari-ovatae, supra basin emarginatam insertae, apice retusae, subextrorsae, rimis lateralibus dehiscentes. Pistilli rudimentum nullum. Flores feminei — (non suppetebant). Fructus 2—3-alatus, late obcordatus (12 mm altus, 15 mm latus), indehiscens, subdrupaceus, exsuccus, glaber, 2—3-locularis, loculis toto dorso in alas chartaceas productis, alis superne

oder als Secretgänge in der Rinde, wie bei Köberlinia (s. oben p. 161, Anmerk.), oder als Secretlücken im Blatte, wie (neben Secretzellen in der Rinde) bei Cneoridium (welche Gattung aber von Manchen direct zu den Rutaceen gezogen wird — s. oben p. 161, Anmerk.), wie weiter bei Dictyoloma am Rande der Blättchen und in der Axe und ersteres auch bei Spathelia (bei welcher, wie

---

sensim dilatatis, apice margine interiore styli residuis instructis, nervis oblique patulis parallelis sat crebris percursis, epicarpio parco crystallorum concretionibus foeto, endocarpio sclerenchymatico, glabro. Semina in loculis solitaria, ex apice anguli centralis pendula, inferne crassiora, testa membranacea, albumine parco carnoso (oleo et aleuro foeto), cotyledones radiales, carnosae (oleo et aleuro foetae). — Frutex 10—12-pedalis (teste Milne), cortice amaro, ramis (florigeris) crassiusculis, diametro 7 mm, ductibus resiniferis ad medullae coronam percursis, foliorum cicatricibus confertis undique notatis. Folia alterna, ad apices ramorum conferta, impari-pinnata, 1—2-juga, petiolo foliola subaequante; foliola obovata vel subovalia (majora 6 cm longa, 3 cm lata), petiolulata, penninervia, subtus fusco-reticulata, supra nervos venasque ductus resiniferos gerentia, coriacea, margine revoluta, glabra, nec nisi novella subtus in nervis pilosiuscula, epidermide (praesertim superiore) mucigera. Thyrsi racemiformes, axillares, folia subaequantes, dichasia subverticillata subtriflora gerentes. Flores parvi, pedicellati, bracteati.

Species 1: P. resinosa m. — Novo-Caledonia: Deplanche n. 278 (ins. Taulé, ao. 1861—67, flor. ♂; c. indicatione „Cupania", cf. supra p. 140); Pancher, Mus. Neocaled. n. 196 (fruct.); Milne n. 143 („Isle of Pines, main Peak," Octob. 1853, fruct.; Herb. Hook.).

Wie kaum mehr nöthig hinzuzufügen, ist diese neue Gattung von der ebenfalls mit Secretgängen in der Markkrone und im Blatte und mit verschleimten Epidermiszellen versehenen Gattung Soulamea verschieden durch die nicht 3- sondern 5-gliedrige Blüthe, die nicht zusammengedrückten Samen und die zusammengesetzten Blätter. Auch die Beschaffenheit der bei Soulamea korkig-schwammigen, kaum als Flügel bezeichenbaren Ränder der Frucht ist hier eine wesentlich andere. Von Amaroria A. Gray unterscheidet sie ausser dem zusammengesetzten Blatte, das Vorhandensein von Blumenblättern und eines doppelten Staubblattkreises in der männlichen Blüthe, und die geflügelte 2—3-fächerige Frucht.

bei Dictyoloma, die Staubgefässe, wie schon oben p. 162, Anm., erwähnt, mit den für viele Simarubaceen charakteristischen Schuppen an der Basis versehen sind, so dass beide wohl nicht von den Simarubaceen zu den Rutaceen zu transferiren sind, obwohl auch bei gewissen Rutaceen, bei der Gattung Nematolepis Turcz. nämlich, aus der Tribus der Boronieae, Aehnliches an den Staubgefässen sich findet), oder endlich als Secretzellen im Blatte (und in der Axe), wie bei Spathelia, Cneorum, Picrella, Harrisonia sp. und Simaruba sp. (s. oben p. 161, 162, Anmerk.).

Bezüglich des eben erwähnten, den Sapindaceen und Meliaceen gemeinsam zukommenden Auftretens von Secretzellen, und um die gerade hierin, wie im Habitus und in der Aehnlichkeit der Frucht- und Samenbeschaffenheit, sich aussprechende Verwandtschaft dieser beiden Familien noch näher hervorzuheben, erinnere ich zunächst daran, dass nach den sehr genauen Untersuchungen meines Schülers Dr. P. Blenk bei den Meliaceen im engeren Sinne, also abgesehen einstweilen von den Cedreleen, ausnahmslos Secretzellen im Blatte und in der Rinde sich finden, auf welche die Autoren aber bisher entweder gar nicht oder nur in den prägnanteren Fällen — und ohne dieselben in ihrer Natur als Secretzellen genau zu würdigen — Rücksicht genommen haben. Und was die Cedreleen betrifft, so kommen auch ihnen Secretzellen zu, und hat Blenk, wie schon oben (p. 160, Anmerkung) berichtet, dieselben hier nur übersehen, wahrscheinlich weil sich seine Aufmerksamkeit hier mehr den bei Chloroxylon und Flindersia, ähnlich wie bei den Rutaceen, vorkommenden und im Blatte die Secretzellen ersetzenden Secretlücken zugewendet hat, durch welche die Meliaceen (resp. Cedreleen) ebenso ihre nahe Verwandtschaft mit den Rutaceen, wie durch die Secretzellen mit den Sapindaceen verrathen. Bei den Sapin-

daceen sind die zum Theile gestreckten und zu milchsaftführenden Zellenzügen verbundenen Secretzellen, die den Autoren bislang, und namentlich rücksichtlich ihrer grossen Verbreitung, hier fast ebenso unbekannt waren, wie bei den Meliaceen, übrigens schon nicht mehr ein ausnahmsloses Vorkommniss und sie werden sogar bei derselben Art bald häufig, bald nur spärlich gefunden oder selbst vollständig vermisst, und vielen Arten fehlen sie ganz (s. ob. p. 305, 327).

Weiter mag hinsichtlich des Verhältnisses der Sapindaceen zu den Meliaceen noch bemerkt sein, dass, wenn man mit C. De Candolle den „tubus stamineus" der Meliaceen, an oder unter dessen Rand die Antheren befestiget sind, als eine Discusbildung auffasst, die Sapindaceen sogar, wie C. De Candolle hervorgehoben hat (Monogr. Meliacearum 1878, p. 415) es nicht mehr allein wären, welche unter den hier in Betracht stehenden Familien einen extrastaminalen Discus besitzen. Ihr Unterschied von den Meliaceen würde sich dann, da ja bei ihnen auch epitrope Samenknospen vorkommen, auf ihre Campylospermie beschränken, von welcher aber mehr oder minder deutliche Beispiele, wie oben (p. 151, 153, 163) für Turraea, Aitonia und Ptaeroxylon erwähnt worden ist, auch bei den Meliaceen sich finden.

Es sei zum Schlusse dieser Betrachtung über die naturgemässe Stellung der Sapindaceen und ihre Einbeziehung in die Cohorte der Rutales noch darauf hingewiesen, dass sie ausser durch ihre Secretionsorgane mit den übrigen hier als Gruppe der Terebinthineae oder Rutales zusammengefassten Familien auch in anderen anatomischen Verhältnissen grosse Uebereinstimmung zeigen, namentlich hinsichtlich der Beschaffenheit der Gefässzwischenwände, welche bei allen diesen Familien — von ganz vereinzelten Fällen (wie Campnosperma gummifera March. und macrophylla Hook. f. unter den Anacardiaceen, Arten

der Hippocastaneen, und ein paar schon oben p. 174 erwähnten Sapindaceen) abgesehen — durchaus einfache Durchbrechung zeigen, und hinsichtlich des Holzprosenchymes, welches hier überall nur einfache (nicht behöfte) Tüpfel aufweist. Ihrer Aussendrüsen ist schon oben, p. 311, gedacht.

Die Uebereinstimmung im Habitus, wie sie namentlich in der (meist fiederigen oder gedreit-fiederigen) Zusammensetzung der Blätter hier (und in dieser Form fast nur hier innerhalb der ganzen Abtheilung der Discifloren) hervortritt, bedarf wohl neben dem schon oben (p. 333, wie schon p. 208) über die häufige Verwechselung der Sapindaceen mit den Meliaceen und den übrigen Familien der Rutales Gesagten keiner weiteren Betonung mehr.

Was aber nicht überflüssig sein mag, noch besonders hervorzuheben, um die Schwierigkeit, welche für die Annäherung der Anacardiaceen und Sapindaceen an die übrigen Rutales in der Apotropie ihrer Samenknospen gelegen zu sein scheint, auf ihr richtiges Mass herabzusetzen, das ist der Umstand, dass auch in den beiden anderen Familiengruppen oder Cohorten, in welche sich die nicht zu den Rutales gehörigen Familien der Discifloren zusammenfassen lassen, Gewächse mit theils epitropen, theils apotropen Samenknospen sich an einander schliessen.

Es sind das die beiden als Geraniales und als Celastrales in Bentham & Hooker Gen. bezeichneten Gruppen, welche sich nun zu beiden Seiten an die Rutales anschliessen, deren Inhalt aber gegenüber dem von Bentham und Hooker ihnen gegebenen, allerdings mannigfach zu verändern ist, wie sich zum Theile schon aus der im Vorausgehenden durchgeführten Neugestaltung der Terebinthineae oder Rutales ergibt und wie weiter im Folgenden sich darstellen wird.

In der Cohorte der Geraniales (oder Gruinales Endl.), welcher nur die Familien der Lineen (mit Einschluss der Hugonieen, Erythroxyleen und Ixonantheen), der Humiriaceen, der Malpighiaceen, der Geraniaceen (mit Einschluss der Biebersteinieen, der Pelargonieen oder Tropaeoleen, der Limnantheen, der Vivianieen, der Wendtieen oder Ledocarpeen, der Oxalideen und Balsamineen) und der Zygophylleen verbleiben und in welcher nach dem weiter oben (p. 112 etc.) Gesagten, auch die Familie der Melianthaceen (in der Nähe der Zygophylleen, wie bei Endlicher) unterzubringen ist, finden sich apotrope Samenknospen, und zwar in aufrechter Stellung, nur bei den Limnantheen und den eben genannten Meliantheen (regelmässig und vereinzelt im Fache bei Bersama, nur gelegentlich neben epitropen oder horizontalen Samenknospen desselben Faches bei Melianthus). Aufrechte, aber epitrope Samenknospen kommen bekanntlich bei der Zygophylleen-Gattung Fagonia und bei den Geranieen und Pelargonieen als obere Samenknospe neben einer unteren (ebenfalls epitropen) hängenden vor, welche, wie die obere, nicht bloss anatrop, sondern auch gekrümmt ist.

Was die anatomischen Charaktere der Geraniales betrifft, so mag hervorgehoben sein, dass hier allgemein die den Rutales eigenen Secretionsorgane fehlen, dass aber, wie bei diesen, die Gefässzwischenwände fast überall einfach durchbrochen sind; leiterförmige Durchbrechung findet sich nur bei den Humiriaceen und neben einfacher bei Ixonanthes. Das Holzprosenchym ist gewöhnlich einfach getüpfelt; Hoftüpfel besitzt es bei den Humiriaceen, bei Ixonanthes, Hugonia und Erythroxylon und bei den Zygophylleen. Auf das Vorkommen von Rhaphiden bei den Balsamineen, von dafür nicht selten auftretenden Styloiden (d. i. säulenförmigen Krystallen) bei den Melian-

thaceen und Zygophylleen ist schon oben (p. 114) hingewiesen worden.

Bezüglich des Habitus der Geraniales sei erwähnt, dass das einfache Blatt die Regel bildet, dass übrigens eine tiefe Theilung oder eine Zusammensetzung des Blattes bei vielen Geraniaceen (namentlich den Oxalideen) vorkommt, und die letztere zur Norm wird für die Zygophylleen und Meliantheen.

In der Cohorte der Celastrales (oder Frangulaceae Endl.), welche durch Einbeziehung der von Bentham & Hooker (nur um ihrer hängenden Samenknospen willen) als eine besondere Cohorte hingestellten Olacales (Olacineen, Ilicineen und Cyrilleen, l. c. I p. XI, II p. 1225) und nach dem oben (p. 112) Gesagten durch die Zurückführung der Staphyleaceen an den schon von Endlicher ihnen (in seiner analogen Gruppe der Frangulaceen) eingeräumten Platz neben den Celastrineen auszudehnen und unter noch weiterer Einbeziehung und Vermittlung der Euphorbiaceen, deren Beziehungen zu den Celastrineen und Rhamneen theils von Jussieu, theils namentlich von Endlicher und in der neuesten Zeit auch von Baillon (Hist. d. Pl. V, p. 158) Betonung gefunden haben, an die Cohorte der Rutales anzuschliessen sind, bilden die Familien mit apotropen (theils hängenden, theils aufrechten) Samenknospen die Mehrzahl, gegenüber den Familien mit epitropen (gewöhnlich hängenden und nur bei den Rhamneen aufrechten) Samenknospen.

Die Reihe der Familien mit epitropen Samenknospen eröffnen die Euphorbiaceen, bei welchen die einem Theile (den Crotonoideae, nicht aber den Phyllanthoideae, nach Pax in Engler's Jahrb. V, 1884, p. 413 etc.) zukommenden Milchsaft führenden Organe (gegliederte bei den Acalyphineae, ungegliederte bei den Hippomanoineae) an die Stelle der zum Theile ebenfalls, z. B. bei

vielen Sapindaceen und den Acerineen, Milchsaft enthaltenden Secretbehälter der Rutales getreten erscheinen.[1]) Wie den Sapindaceen kommt vielen Euphorbiaceen auch ein extrastaminaler Discus zu. Einem Theile der Euphorbiaceen, den Phyllanthoideen nämlich, fehlen übrigens die Milchsaftorgane, und dieser Theil nähert sich dadurch und durch einen oft durchaus Celastrineen-artigen Habitus (man vergleiche Putranjiva oder Drypetes mit Arten von Celastrus oder Elaeodendron) gerade derjenigen Familie der Celastrales, von welcher diese Cohortenbezeichnung selbst hergenommen ist. Was noch weiter die Annäherung an die Celastrineen bekundet, ist der Umstand, dass, wie bei gewissen Celastrineen (ausschliesslich, oder neben einfacher) eine spaltenförmige Durchbrechung der Gefässzwischenwände auftritt, eine solche auch bei den Phyllantheen-Gattungen Putranjiva, Drypetes, Hemicyclia, Cyclostemon und der von Endlicher den Rhamneen angeschlossenen Gattung Daphniphyllum, sowie wahrscheinlich noch bei weiteren (und unter den Euphorbiaceen überhaupt auch noch bei den Galiarieen und den gleich besonders zu erwähnenden, wohl abzugliedernden Buxaceen) zu beobachten ist.

Mit den Euphorbiaceen theilen die Epitropie der Samenknospen die Chailletiaceen (Dichopetaleen Baill.), welche Baillon geradezu als Euphorbiaceen selbst betrachtet (Hist. d. Pl. V, p. 139), während sie Endlicher in die Nähe der Rhamneen, Bentham & Hooker in die Nähe der Olacineen (jedoch als letztes Glied ihrer

---

1) Zu einer ähnlichen Anschauung gelangt, obwohl von ganz anderen Prämissen ausgehend auch Scott in Annals of Botany III, No. 11, August 1889, p. 448: „It seems most probable that the lacticiferous tubes are related fonctionally, as well as anatomically, to the secretory sacs of other plants."

Geraniales, eben der epitropen Samenknospen halber) gebracht haben.

Endlich besitzen auch die Rhamneen epitrope, aber aufrechte Samenknospen (sieh Agardh 178, t. XV, fig. 5, Benth. et Hook. Gen. I, Baillon VI, p. 52, 62), zum Theile mit mehr oder weniger aus der dorsalen in eine seitliche Lage gerückter Naht (wie bei Rhamnus Frangula gegenüber Rh. cathartica).

Die Reihe der Familien mit apotropen Samenknospen eröffnen die einen Seitenzweig der Euphorbiaceen darstellenden Buxaceen, welche den Euphorbiaceen so nahe verwandt sind, dass sie von den meisten Autoren (nicht so von Müller Arg.) damit vereiniget werden, und welche andererseits wieder den Celastrineen so sehr sich annähern, dass sie Baillon mit diesen vereiniget hat (Hist. VI, p. 16). Eichler tadelt diese Abreissung von den Euphorbiaceen. Sie ist aber bei den nahen Beziehungen der Buxaceen zu den Ilicineen nicht unberechtiget und der Riss nur dadurch wirklich zu heilen, dass man eben auch die Euphorbiaceen in die Reihe der Celastrales mit einbezieht.

An die Buxaceen schliessen sich die Ilicineen und an diese die Cyrilleen und Olacineen an, bei welchen 4 Familien die apotropen Samenknospen hängend sind. Für die Cyrilleen richte ich mich bei diesen Angaben nach der Darstellung von Agardh für Cliftonia (l. c. p. 108, tab. IX, fig. 14) und nach meinen eigenen Wahrnehmungen an Cyrilla und Cliftonia, während nach den Worten in Benth. Hook. Genera II, p. 1225, die Samenknospen epitrop sein würden („ovula . . anatropa, rhaphe ventrali, micropyle supera").

Bei den übrigen Familien der Celastrales sind die apotropen Samenknospen im allgemeinen aufrecht — so (abgesehen von Cassine mit hängenden apotropen Samenknospen) bei den Celastrineen mit Einschluss der Hippo-

crateaceen, den von Endlicher den Euphorbiaceen genähert gewesenen Stackhousieen, den Ampelideen und einem Theile der Staphyleaceen (Huertea, sieh oben p. 136); nur bei der letzt genannten Familie sind sie zum Theile auch bis zu einer horizontalen Richtung, oder selbst über diese hinaus, mit dem Chalazaende nach abwärts gerückt und bei gleichzeitiger Auswärtswendung der Micropyle annähernd epitrop oder bei Akania vollständig epitrop und hängend.

In Betreff der anatomischen Charaktere der Celastrales füge ich dem über die Euphorbiaceen schon Bemerkten hinzu, dass auch bei den Chailletiaceen, den Rhamneen und Ampelideen leiterförmige Durchbrechungen der Gefässzwischenwände, besonders in der Nähe des primären Holzes, neben den für sie die Regel bildenden, auch den Stackhousieen eigenen, einfachen vorkommen, und dass erstere in der Familie der Olacineen bei gewissen Gattungen ausschliesslich auftreten, bei Heisteria und Endusa nämlich, welche beiden Gattungen unter den Olacineen nach meinen Beobachtungen, wie unter den Celastrales sonst noch ein Theil der Euphorbiaceen (s. oben p. 350), auch durch das Vorkommen von Milchsaftgefässen (neben Secretlücken bei Endusa) ausgezeichnet sind (sieh Radlkofer, neue Beobachtungen über Pflanzen mit durchsichtig punktirten Blättern, in diesen Sitzungsberichten 1886 p. 307, 311 und die dort citirte Arbeit von Edelhoff); ausschliesslich weiter finden sie sich, und zwar in sehr typischer Weise (mit zahlreichen Spangen) ausgebildet, bei den mit den Olacineen die hängenden, apotropen Samenknospen theilenden Familien der Buxaceen, Ilicineen und Cyrilleen, sowie auch bei den Staphyleaceen, bei welchen Familien zugleich, wie auch bei den Olacineen, Celastrineen, Chailletiaceen, Stackhousieen und Theilen der Euphorbiaceen (Galearia, Daphniphyllum) das Holz-

prosenchym mit Hoftüpfeln versehen ist, Huertea (und wegen des weniger deutlichen Hofes allenfalls auch Akania, s. ob. p. 136) unter den Staphyleaceen ausgenommen. Einfache Tüpfelung des Holzprosenchyms findet sich unter den Celastrales nur bei den Rhamneen und Ampelideen, sowie bei den meisten Euphorbiaceen und den eben genannten 2 Staphyleaceen-Gattungen. Gegenüber den anderen beiden Cohorten der Discifloren zeichnen sich somit die Celastrales durch ein geradezu die Regel bildendes Auftreten von leiterförmiger Durchbrechung der Gefässzwischenwände und von Hoftüpfeln am Holzprosenchyme aus.

Zu bemerken ist noch, dass auch hier, wie bei den Geraniales, das Auftreten von Rhaphiden oder dieselben vertretenden Styloiden (d. i. säulenförmigen Krystallen) zwei nahe verwandte Familien auszeichnet — die Ampelideen und die Rhamneen nämlich.

Bezüglich des Habitus der Celastrales sei erwähnt, dass auch hier, wie bei den Geraniales und im Gegensatze zu den Rutales, das Auftreten einfacher Blätter die Norm bildet. Zusammengesetzte Blätter finden sich nur (und zwar handförmig zusammengesetzte) bei einigen Euphorbiaceen, (handförmig oder fiederig zusammengesetzte) bei einigen Ampelideen und (fiederig zusammengesetzte) bei fast allen Staphyleaceen. —

Eine Uebersicht der Discifloren nach den im Vorausgehenden dargelegten Gesichtspunkten, welche den Schluss dieser Abhandlung bilden soll, ist die folgende.

Disciflorae.

Series A, gemmulis plerumque epitropis.	Series B (accessoria), gemmulis plerumque apotropis.

Cohors I. Geraniales.

(Gruinales Endl.; accedunt Hesperides Endl. partim, Acera Endl. part., Terebinthineae Endl. part.)

Linaceae	
Lineae	
Hugonieae	
Erythroxyleae	
Ixonantheae	
Humiriaceae	
Malpighiaceae	
Geraniaceae	Limnanthaceae
Geranieae	
Pelargonieae (Tropaeoleae)	
Vivianieae	
Wendtieae (Ledocarpeae)	
Oxalideae	
Balsamineae	
Zygophylleae	Melianthaceae

Cohors II. Rutales.

(Terebinthineae Endl. emend.; accedunt Hesperides Endl. part., Acera Endl. part.)

Rutaceae	
Cusparieae	
Ruteae	
Diosmeae	
Boronieae	
Zanthoxyleae	
Toddalieae	
Aurantieae	
Amyrideae	
Simarubaceae	
Burseraceae	Anacardiaceae
Meliaceae	Sapindaceae
	Hippocastaneae
	Acerineae

Cohors III. Celastrales,

inclusis Olacalibus et Euphorbiaceis.

(Frangulaceae Endl. et Tricoccae Endl. ex maxima parte; accedunt Hesperides Endl. part., Discanthae Endl. part.)

Euphorbiaceae	Buxaceae
	Ilicineae
Chailletiaceae	Cyrilleae
	Olacineae
Rhamneae	Celastrineae (incl. Hippocrateae.)
	Stackhousieae
	Staphyleaceae
	Ampelideae.

Anhang.

Den im Vorausgehenden in den Triben der Cupanieen und Harpullieen aufgeführten neuen Arten aus Neu-Guinea mögen hier noch einige andere solche in den letzten Jahren dort gesammelte Arten angeschlossen sein, von denen meist leider nur sehr unvollständige Materialien vorliegen, so dass sie anfänglich als kaum verwerthbar erschienen. Doch gelang es schliesslich mit Hilfe der anatomischen Methode, über sie in's Reine zu kommen und sie in einer ihre Wiedererkennung sichernden Weise unter Anschliessung an bekannte Arten zu charakterisiren.

Sie kamen mir, abgesehen von zwei aus der Sammlung O. Warburg's stammenden Arten, durch Ferd. v. Müller zu und gehören den Gattungen Guioa, Cupaniopsis und Harpullia an, welchen sie an den im Folgenden bezeichneten Stellen einzufügen sind. —

Guioa, Sectio Hemigyrosa (cf. Radlkofer, über Cupania etc., Sitzungsber. k. bayer. Acad. 1879, p. 611 etc.):

G. comesperma m.: Affinis G. Perrottetii Radlk. (l. c. p. 614). Foliola 3—6, elliptico-lanceolata, utrinque acuta, submembranacea, dense pellucido-punctata, plerumque 1-foveolata, subtus opaca (cuticula lineolis parallelis nec non circa stomata linea orbiculari elevata insigniter notata), petiolulis brevibus basi tumidis; flores mediocres; fructus inter minores; arillus basi processu filiformi undulato-plicato appendiculatus, dorso et praesertim apice (fissione) fibrillarum coma instructus (qua re insignis et unde nomen). — In Novo-Guineae parte meridionali et orientali nec non in insulis adjacentibus „Louisiades" dictis: Collector non indicatus! (Ora meridionalis prope Rigo, ao. 1887, flor.); Sir W. Macgregor! (N.-Guinea orientalis prope Kalo, ao. 1889, fruct.); Idem! (in insulis „Louisiades" dictis, ao. 1889, fruct.).

G. aryterifolia m.: Affinis G. membranifoliae m. (l. c. p. 614). Foliola 6—8, oblongo-lanceolata (majora 18 cm longa, 6 cm lata), utrinque acuta, submembranacea, nervis lateralibus validioribus arcuato-adscendentibus sat numerosis (utrinque circ. 12) percursa (inde iis Aryterae litoralis Bl. similia), vix vel ne vix lineolis pellucidis adspersa, plerumque 1-foveolata, supra opaca, subtus (cuticula laevi) nitidula, petiolulis brevibus basi tumide incrassatis; fructus omnino G. membranifoliae. — In Novo-Guineae parte orientali: H. O. Forbes n. 870! („Base of Owen Stanley's Range", ao. 1886, fruct.); W. Sayer! („Mount Obree" altit. 2000 ped.; 60 ped. alta; fruct.).

Cupaniopsis, Sectio nova Macropetalum, Sectioni „Elattopetalum" (l. c. p. 584) anteponenda: Alepidotae; petala quam sepala longiora; antherae ovato-oblongae, curvatae, crassiores; arillus — ?

C. macropetala m.: Affinis C. serratae Radlk. (l. c. p. 585). Folia magna (4—4,5 dm longa), petiolo (1 dm longo) rhachique (16—24 cm longa) nec non ramis e flavido canescenti-tomentosis; foliola 2—4-juga, superiora quam

inferiora plus duplo majora, 16—24 cm longa, 5—8 cm lata, elliptico-lanceolata, apice basique acuta, breviter petiolulata, latere interiore breviora, grossiuscule serrata, membranacea, nervis sat numerosis oblique patulis in dentes excurrentibus percursa, oblique venosa, supra praeter nervos glabriuscula, livescentia, opaca (cuticula lineolis cum cellularum marginibus decussatis elevatis insigniter notata), subtus molliter pilosa glandulisque microscopicis adspersa, viridia, impunctata; inflorescentiae in axillis foliorum superiorum partim delapsorum breves, 3—4 cm longae, spiciformes, basi interdum ramo divaricato instructae, flavido-tomentosae, flores subsessiles bracteatos bracteolatosque basi interdum in dichasia consociatos gerentes; sepala exteriora ovata, concava, dorso adpresse pubescentia, interiora obovata, margine glabra, basi coarctata; petala oblonga, sepala superantia, infra medium in unguem marginibus pilosis inflexis apice liberis incurvis bisquamulatum angustata; discus annularis, subcupularis, glaber; stamina 8, floris ♂ petala superantia, filamentis linearibus hirtellis, antheris glabris, basi emarginata affixis, subintrorsis; germen (floris ♀, stamina polline effoeta gerentis) trigono-globosum, dense setuloso-tomentosum, intus glabrum; stylus germen subaequans, apice clavato-incrassatus, incurvus, obsolete trilobus, dense pilosus; fructus — ? — Novo-Guinea, Kaiser Wilhelm's Land: O. Warburg! (in silva ad Bussum, si recte lego; frutex vel arbuscula).

Cupaniopsis, Sectio Elattopetalum (l. c. p. 584):

C. subserrata m.: Affinis C. serratae Radlk. (l. c. p. 585). Foliola oblonga, sat magna (16 cm longa, 5—6 cm lata), breviter petiolulata, margine e repando-dentato subserrata, nervis lateralibus oblique patulis sat crebris (utrinque circ. 15) percursa, coriacea, glabra; flores breviter pedicellati; sepala late imbricata, puberula; petala, stamina, discus ut in C. serrata; germen ovoideo-trigonum, extus et intus tomentosum; stylus filiformis, rectus, pilosus, apice obsolete trilo-

bus; fructus omnino ut in C. serrata. — Novo-Guinea: Collector non indicatus! („Base of Mount Obree"; frutex, fructu subaurantiaco).

C. curvidens m.: Affinis antecedenti et C. serratae Radlk. (l. c. p. 585), a quibus differt foliis multifoliolatis (fere Jagerae), floribus longius pedicellatis et praesertim sepalis anguste imbricatis. Rami florigeri digitum crassi, 8-costati, petiolique pedunculique breviter sufferrugineo-tomentosi; folia magna (6 dm longa), petiolo 14 cm longo; foliola numerosa, circ. 25, media subopposita, longiora (16—18 cm longa, 3—3,5 cm lata), oblongo-vel sublineari-lanceolata, acuta, basi inaequali (latere interiore breviore) praeter infima subsessilia, serrata, serraturis plus minus incurvis, membranacea, nervis obliquis sat crebris (utrinque circ. 16) percursa, supra praeter nervos subglabra, subtus molliter pilosa, glandulisque microscopicis adspersa, fuscescentia, impunctata; panicula ramosa, dichasia gerens, supraaxillaris; flores et fructus praeter differentias supra indicatas ut in C. subserrata. — Novo-Guinea meridionalis: H. O. Forbes n. 308! („Base of Owen Stanley's Range, ao. 1886, flor.); W. Armit! („Loloki-River, ao. 1886, fruct.).

C. platycarpa m.: Affinis praecedentibus fructu subestipitato, sepalis margine petaloideis, dorso pubescentibus, disco glabro; differt fructu biloculari compresso obovato, extus sufferugineo-, intus sulphureo-tomentoso. Folia fere Diploglottidis; foliola alterna, insignius petiolulata, oblonga, acuminata, membranacea, supra praeter nervos subglabra, subtus pilosula glandulisque parvis longius stipitatis sat crebris adspersa, impunctata; panicula ferrugineo-tomentosa; flores — ? — Novo-Guinea: H. O. Forbes n. 790! („Base of Owen Stanley's Range", ao. 1886).

Cupaniopsis, Sectio Mizopetalum (l. c. p. 588):

C. dictyophylla m.: Similis C. dictyophorae Radlk. (l. c. p. 589), a qua differt glandulis scutatis vix ullis,

quarum loco glandulis capitatis in partibus junioribus, praesertim bracteis, adspersa est, foliolis circ. 8 aequilateris ovato-oblongis, breviter obtuse acuminatis, perbreviter petiolulatis, utrinque nitidulis, subcoriaceis, reti venarum utrinque magis prominulo notatis, subimpunctatis. Inflorescentiae racemiformes, graciles, parvae; flores pedicellati, glabri; sepala margine petaloidea, cellulis resiniferis punctata; petala basi bisquamulata, squamulis pilosis; stamina 5, filamentis brevibus subulatis pilosiusculis, antheris cordato-ovatis, connectivo dorso dilatato, loculis introrsis; germen biloculare, extus et intus glabrum, cellulas resiniferas fovens; stylus brevis, apice subbilobo sulco suturali stigmatoso utrinque notatus; fructus — ? — Novo-Guinea: W. Sayer! („Base of Mount Obree", ao. 1887; frutex).

Harpullia, Subgenus Euharpullia, Sectio Thanatophorus (cf. supra p. 278, annot.):

H. camptoneura m.: Affinis H. ramiflorae et H. angustifoliae (cf. ll. p. 278 cc.), a quibus differt cellulis secretoriis (ad paginam foliolorum superiorem sub epidermide sitis) sat crebris. Foliola circ. 6, alterna, per paria approximata, elliptico-lanceolata, apice basique acuminata, breviter petiolulata, superiora inferioribus subduplo majora (17 cm longa, 6 cm lata), chartacea, nervis lateralibus sat validis subtus prominentibus remotiusculis (utrinque 7—8) arcuato-adscendentibus percursa, subtiliter venosa, utrinque praeter nervos subglabra, nitidula, fusco-viridia; thyrsi ad apices ramorum laterales, perbreves, pauciflori; petala —?; discus regularis, pubescens; stamina 5; germen (auctum) intus glabrum; fructus — ? — Novo-Guinea, Kaiser Wilhelm's Land: O. Warburg! (Sattelberg). —

Zum Schlusse mögen auch die Materialien schon bekannt gewesener Sapindaceen, welche in den letzten Jahren in Neu-Guinea gesammelt und durch Ferd. v. Müller mir

mitgetheilt worden sind, hier aufgeführt sein, soweit das nicht schon weiter oben bei Betrachtung der Cupanieen, p. 265 etc., und der Harpullieen, p. 279, geschehen ist. Es sind das:

Aphania cuspidata Bl.: Capt. Everill's Exped. (Strickland-River, ao. 1885); Sir W. Macgregor (N.-Guinea australis, prope confinem Batavam, ao. 1889).

Pometia pinnata Forst.: Capt. Everill's Exped. (Strickland-River, ao. 1885).

Guioa rigidiuscula m. (cf. „über Cupania etc.", 1879, p. 614): W. O. Forbes n. 413 („Base of Owen Stanley's Range", ao. 1886).

Inhaltsübersicht.

(Das klein Gedruckte bezieht sich auf ebenso gedruckte Einschaltungen und Anmerkungen.)

I. Einleitung, S. 105.

II. Umgrenzung der Familie, 106.

Ausschliessung der Hippocastaneen und Acerineen. 107, mit Dipteronia Oliv.; Podoon Baill. = Dobinea sp., 109.

Literatur von Billia, 110.

Ausschliessung der Staphyleaceen, 111, (mit Huertea, 112).

Ausschliessung der Melianthaceen 111, 112; Rhaphiden und Styloiden derselben, sowie der Balsamineen und Zygophylleen 114.

Auffindung eigenthümlicher Cystolithen (Cystotylen) bei den Begoniaceen und Beziehung derselben zu denen der Cucurbitaceen, 115; Cystolithen der Gyrocarpeen und Olacineen, 118; Cystolithen der Cordiaceen, 118; Saccellium, sicher eine Cordiacee, 120; Nachweis des Sameneiweisses bei den Cordiaceen, 120; cystolithenartige Gebilde verschiedener Familien, 121; Aufzäh-

lung der Familien mit Cystolithen, 123; krystallinisches Fett in den Blattzellen der Cordiaceen und anderer Familien, 124; Kautschuckkörper in den Blattzellen der Sapotaceen, 125; Cystolithenhaare der Loasaceen nach Kohl, 125; bei Kohl und anderwärts unerwähnte Kieselerdeablagerungen in Zellen der Blattepidermis von Angiopteris und anderen Marattiaceen, 126.

Pollen der Melianthaceen und Zygophylleen, 126; Samentheile mit schaumbildender Substanz, 127.

Berichtigung hinsichtlich des Fruchtknotenbaues von Greyia, 126. Zellstoffbalken in den Endospermzellen von Bersama, 127.

Ausschliessung von Akania, Alvaradoa, Aitonia und Ptaeroxylon, 127, sowie der zweifelhaften Gattungen Eustathes und Apiocarpus, 128.

Hinweis auf früher schon ausgeschlossene Pflanzen, Blepharocarya F. Müll., Serjania Vell., Schieckea Karst., Valenzuelia S. Mutis, Alectryon canescens DC. etc., 128.

Akania eine Staphyleacee, 129.

Glossopetalum eine Celastrinee, 125; Huertea eine Staphyleacee, 136.

Literatur von Akania, 137.

Alvaradoa eine Simarubacee, 138; Anschluss an Picramnia, 139; Nachweis von Endosperm, 140; Picrocardia m., gen. nov., 140; Bau der Antheren, 140; Apotropie der Samenknospen, 142; Bau der Frucht, 143.

Literatur von Alvaradoa, 146, und Materialienverzeichniss, 147; Wiederkehr einer Art im Süden, 148; Artunterschiede, 148.

Aitonia eine Meliacee, 149; Sameneiweiss, 150; Secretzellen, 151; Harzkörner, 152; Verbesserung ungenauer Angaben, 152.

Literatur von Aitonia, 154, und Materialienverzeichniss, 157; Autorschaft Thunberg's und Veröffentlichung von Pflanzen desselben durch Linné fil. (Retzia, Montinia, Papiria, Aitonia, Falkia), 158.

Ptaeroxylon eine Cedrelee, 160; Sameneiweiss, 160; Secretzellen, 160; Aussendrüsen, 162; Apotropie der Samenknospen bei gewissen Meliaceen und Cedreleen, 163.

Berichtigung der Angaben über Secretzellen und Secretlücken bei den Cedreleen, gewissen Rutaceen und Simarubaceen (Phellodendron, Erythrochiton, Cneoridium, Esenbeckia laevicarpa, Koeberlinia, Dictyoloma, Spathelia, Cneorum, Picrella, Harrisonia sp., Simaruba sp.), 160; verschleimte Zellen bei Picrodendron, Zanthoxylon, Boymia, Phellodendron, 162; Fehlen von Secretorganen bei Suriana, 162, und Cadellia, 163; zu erneuernde Untersuchung von Phelline und Hytiandra, 163.

Literatur von Ptaeroxylon, 165, und Materialienverzeichniss, 167; Identität von Rhus obliquum Thunb. und Ptaeroxylon, 167.

Ueber Eustathes und die damit unrichtiger Weise in Verbindung gebrachte Valentinia Sw., 168.

Literatur von Eustathes, 170.

Ueber Apiocarpus und die damit unrichtiger Weise in Verbindung gebrachte Akania Hook. f., 171.

Literatur von Apiocarpus, 172.

III. Charakterisirung der Familie, 173.

Morphologische und anatomische Charactere, 173.

Ausnahmen hinsichtlich der morphologischen Charactere (Valenzuelia, Dodonaea), 173.

Ausnahmen hinsichtlich der anatomischen Charactere (Valenzuelia, Xanthoceras), 174.

Vervollständigung der Characteristik, 174.[1])

Unterscheidung von häufig mit Sapindaceen verwechselten Pflanzen bestimmter Familien durch die Beschaffenheit der Blüthenknospe, 175, und des Blattes, 178.

Ueber die cymöse Inflorescenz der Sapindaceen und die Unterscheidung cymöser und racemöser Inflorescenzen überhaupt, 179.

Aehnliche Inflorescenz bei der Violarieen-Gattung Alsodeia mit der aus Coccoloba Japurana Meisn. hervorgehenden A. Japurana m., 181; anatomische Charactere von Alsodeia und Sichtung ihrer Arten unter Aufstellung neuer Arten, 184.

Von Miquel zu den Theophrasteen (Clavija) gebrachte Violariee (Leonia glycycarpa R. & P.), 187.

---

1) In derselben ist p. 175 Zeile 7 die aus Versehen genannte Gattung Athyana zu streichen; p. 176 Zeile 2 ist einzufügen: Jagera z. Th.; ferner Zeile 11 von unten: Lecaniodiscus.

Vervollständigung der jüngsten Mittheilung über die Theophrasteen, 187, und die dabei in Betracht gezogenen Gattungen Reptonia, Goetzea und Espadaea, 189.

Vervollständigung früherer Mittheilungen über die Capparideen und die Connaraceen, 190.

Berichtigung der Angaben über den Discus der Sapindaceen, 201, und die Zahl ihrer Staubgefässe, 202.

Näheres über die Campylotropie der Samenknospen der Sapindaceen, 202, und Ausnahmen hinsichtlich der Apotropie derselben, 205.

IV. Gliederung der Familie, 206.

Haupt- und Nebenreihe: Nomosperme und anomosperme Sapindaceen, 206.

Wichtigkeit des Blattes für die Gliederung, 207: Nomophylle und anomophylle Sapindaceen, 208.

Falsches Endblättchen als Charakteristicum zahlreicher Sapindaceen, 208.

Scheinbare Endknospe des Blattes gewisser Meliaceen und einer Aurantiacee, 209.

Beschaffenheit der Keimblätter, 209; Spirolober und diplecolober Embryo der Sapindaceen, 210.

Ausnahmen in der Beschaffenheit des Embryo, 210, und des Blattes, 211.

Merkmale engerer Gruppen: Habitus, Frucht- und Samenbeschaffenheit, Blumenblattschuppen, symmetrischer Blüthenbau, 212; geringer Werth des letzteren, 213.

Aenderungen in der Ordnung und Zahl der Gattungen (Lecaniodiscus; Tripterodendron, gen. nov.), 214.

V. Conspectus tribuum Sapindacearum, 215.

VI. Frühere Gliederungen, 221.

Gliederung von Kunth, 221; De Candolle, 221; Cambessedes, 222; Endlicher, 222; Blume, 223; Bentham & Hooker, 224; Baillon, 224.

VII. Gruppeninhalt, 225.

Tribus I. Paullinieen, 226.

Abweichungen in der Bezeichnung der Fruchtdehiscenz und gewisser Blattformen in englischen Schriften, 226.

Tribus II. Thouinieen, 228.

Ueber einige zum Theile neue Allophylus-Arten, 230.

Tribus III. Sapindeen, 230.

Ueber eine neue Toulicia-Art, T. brachyphylla m. und die Stellung von T. megalocarpa m., 231.

Ueber Mehrung der Sapindus-Arten aus der Section Dittelasma (S. tomentosus Kurz, S. Delavayi m.), 233.

Geringe Verwandtschaft der flügelfrüchtigen Sapindaceen unter einander und mit den Malpighiaceen, 234.

Eingesenkte Aussendrüsen bei gewissen Gattungen dieser und anderer Triben, 235.

Tribus IV. Aphanieen, 235.

Bedeutung der Blumenblattschuppen hier und anderwärts (Erythroxyleen), 237.

Farbe der Blätter hier und bei den Lepisantheen, 238.

Tribus V. Lepisantheen, 238.

Meist africanische Gattungen, 240.

Ueber eine neue Chytranthus-Art, 240.

Reduction der Blumenblattbildung bei dieser und den folgenden Triben, sowie bei den Endtriben der Dyssapindaceen, 241.

Nebenblattartige Blattfiedern bei Otophora und anderen Sapindaceen, 241.

Damit versehene neue Placodiscus-Art und Gewächse aus anderen Familien; nebenblattartige Gebilde bei den Quiineen, 242.

Eigenthümliche Haarbildung bei Pancovia, 242.

Schülferchenartige Aussendrüsen, 243.

Tribus VI. Melicocceen, 244.

Habitus; Aehnlichkeit des jungen Laubes von Talisia mit dem von Brownea und Verwechselung beider in Gärten, 244.

Kelchverschiedenheit zwischen der Mehrzahl der vorausgehenden und der folgenden Gattungen, 246.

Angebliches Fehlen der Blumenblätter bei Eriandrostachys und der Blumenblattschuppen bei Macphersonia, 246.

Neue Arten von Macphersonia, 247.

Arten von Tristiropsis, 248.

Tribus VII. Schleichereen, 248.

Unterschied in der Häufigkeit von Arillusbildungen zwischen den vorausgehenden und den folgenden Gattungen, 248.

Irrthümlich zu Schleichera gerechnete Pflanzen, 249.

Neue Art von Haplocoelum, 249.

Tribus VIII. Nephelieen, 250.

Schülferchenartige Aussendrüsen bei Stadmannia, 250.

Papillenbildung an der Blattunterseite hier und in anderen Triben, 250.

Aehnliche Papillenbildung bei Pflanzen aus anderen Familien und besondere Sculptur der Cuticula, 251.

Verwechselung von Nephelieen mit Cupanieen, 252.

Unterbringung von Mahoe Hillebr. bei Alectryon, 255.

Neue Alectryon-Arten, 255.

Angeblich gefiederte Blätter bei Heterodendron, 256.

Annähernd dreiklappige Früchte bei Stadmannia, 257.

Tribus IX. Cupanieen, 257.

Verwechselung von Cupanieen mit Nephelieen, 258.

Tinopsis und Tripterodendron, gen. nov., 258.

Verwechselung der brasilianischen Cupania emarginata Camb. mit oceanischen Pflanzen durch Hooker und Seemann in Folge geographischen Irrthumes, 259.

Erhebung von Cupania filicifolia Lind. zu der neuen Gattung Tripterodendron, 260.

Eingesenkte Aussendrüsen bei american. Gattungen, 262.

Baker's Tina-Arten aus Madagascar, 262.

Von Welwitsch gesammelte neue Phialodiscus-Art, 263.

Neue Jagera-Art ohne Blumenblätter aus N.-Guinea, 264.

Neue Sarcopteryx-Arten aus N.-Guinea, 265.

Neue Toechima-Arten aus N.-Guinea, 266.

Neue Elattostachys-Art aus N.-Guinea, 267.
Neue Mischocarpus-Arten aus N.-Guinea, 268.
Neue Lepidopetalum-Arten aus N.-Guinea, 269.
Zusammenhang der geographischen Vertheilung der Gattungen mit der systematischen Gruppirung, 270.
Tribus X. Koelreuterieen, 271.
Auftreten von Dornen bei nur einer Sapindacee, Stocksia, 272.
Auffälligere Blüthen bei Dyssapindaceen, 272.
Gehalt der Samenschale an Saponin, 272.
Tribus XI. Cossignieen, 272.
Gehalt des Embryo an Saponin, 272.
Auftreten von Sternhaaren bei drei Gattungen verschiedener Triben, 272.
Tribus XII. Dodonaeeen, 273.
Gehalt des Embryo an Saponin erst theilweise nachgewiesen, 274.
Tribus XIII. Doratoxyleen, 275.
Meist monotypische Gattungen, 275.
Zurücktreten der apotropen Samenknospen gegenüber epitropen, 275.
Saponin theils in der Samenschale, theils im Embryo, 276, 277.
Ueber eine zweite Art von Exothea, E. Copalillo m., und die wohl hieher (statt zu den Anacardiaceen) gehörige Cyrtocarpa? Copalillo Schlecht., 276.
Vernicose Blätter bei Sapindaceen, 277.
Neue Art von Filicium aus Madagascar, 277.
Tribus XIV. Harpullieen, 277.
Meist monotypische Gattungen, 277.
Neue Arten von Harpullia, besonders aus N.-Guinea, 278.
Geflügelte Samen bei nur einer Sapindaceen-Gattung, Magonia, 280.
Alternipetale Discusdrüsen bei Xanthoceras, 280.

Conspectus generum Sapindacearum, 281.

VIII. Anatomische Charaktere, 296.

Mangel eines hervorstechenden einheitlichen Charakters, 297.

Wichtige Charactere: Der Saponingehalt, die Secretzellen, die Aussendrüsen, der Sklerenchymring, 299.

Anatomische Charactere des Embryo, 299.

Anatomische Charactere des Arillus und der Samenschale, 300.

Anatomische Charactere des Pericarpes, 301; Endocarp-Beschaffenheit, 302.

Anatomische Charactere der Blüthentheile, 303.

Anatomische Charaktere der Laubblätter, 303.

Annäherung der Blattstructur an concentrischen Bau, 303.

Secretzellen des Blattes, 304.

Verschleimte Epidermiszellen und Trockenrisse als Ursache durchsichtiger Punkte und Strichelchen des Blattes neben den Secretzellen, 306.

Ueber Pflanzen mit durchsichtig punktirten Blättern aus anderen Familien, 306.

Kleine Aussendrüsen des Blattes, 307.

Vorkommen von Aussendrüsen bei den verwandten Familien, 311.

Haar- und Papillenbildung des Blattes, 311.

Epidermiszellen des Blattes mit Tüpfeln und anderen Eigenthümlichkeiten, 312; mit verschleimter Wandung, 313.

Ueber Flückiger's Schleimzellenschicht bei den Buku-Blättern, 314.

Farbe des Blattes, 315.

Harziger Ueberzug der Blatt- und Zweigepidermis, 315.

Krystalle in der Epidermis und dem Mesophylle, 316.

Spaltöffnungen, 316.

Hypoderm, Sklerenchymfasern und Spicularzellen im Blatte, 317.

Schwamm- und Pallisadengewebe besonderer Art, 318.

Fettartiger Inhalt der Blattzellen, 318.
Gefässbündelgerüste des Blattes, 318.
Anatomische Charaktere der Axe, 319.
Unregelmässiger Bau bei den lianenartigen Sapindaceen mit zusammengesetztem, getheiltem, zerklüftetem und umstricktem Holzkörper, 319.
Sklerenchymscheide der Zweige, 320.
Secundäre Rinde, 322; primäre Rinde, 323.
Epidermis der Zweige, 323.
Korkbildung, 324.
Holz, 324; Gefässe, 325; Holzprosenchym, 325; Holzparenchym, 326.
Mark, 326.
Secretzellen der Axe, 327.
Krystalle der Axe, 328.
Diagnostische Structurverhältnisse der Axe und des Blattes, 330.
Auf anatomische Merkmale gestützte Uebertragung von Paullinia oceanica Bull von den Sapindaceen zu den Meliaceen als besondere Gattung, Meliadelpha m., mit zwei nur in sterilem Materiale bekannten Arten.

IX. Stellung der Familie, 332.

Verwandtschaft der Sapindaceen (Hippocastaneen und Acerineen) mit den Meliaceen, Anacardiaceen, Burseraceen, Simarubaceen und Rutaceen, 333.
Frühere Anschauungen über die Verwandtschaft mit den Meliaceen, 333, den Malpighiaceen, 334, und Erythroxyleen, 335.
Berücksichtigung der anatomischen Merkmale, 335.
Auffassung der durch besondere Secretionsorgane ausgezeichneten Familien der Disciflorae als Cohorte der Terebinthineae oder Rutales, 336.
Ausschliessung der diesen Familien (von Endlicher etc.) mit Unrecht nahe gerückten Ochnaceen, Meliosmeen s. Sabiaceen,

Juglandeen, Connaraceen, Zygophylleen, Meliantheen, Biebersteinieen, Malpighiaceen, Erythroxyleen und Rhizoboleen, 337.

Gliederung der Rutales in eine Hauptreihe mit meist apotropen und eine Nebenreihe mit meist epitropen Samenknospen, 337.

Die Familien der Rutales in ihren besonderen verwandtschaftlichen Beziehungen zu einander, 338.

Besondere Uebereinstimmung der Anacardiaceen und Burseraceen in einer schon früher für Dobinea erwähnten Eigenthümlichkeit der Gefässwand, 338; Würdigung der von Baillon auf Dobinea (incl. Podoon Baill.) basirten Familie der Dobineaceae (früher Podoonaceae), 339.

Versetzung der Gattung Paivaeusa Welw. von den Burseraceen zu den Euphorbiaceen, 340.

Ueber die vermeintlichen Milchsaftgefässe der Acerineen, 344.

Ueber eine neue Simarubaceen-Gattung, Picrocardia m. („Cupania sp.“ coll. Deplanche) mit Harzgängen im Marke, 344.

Anatomische Charaktere der Rutales, abgesehen von den Secretionsorganen, 347.

Habituelle Charaktere der Rutales, 348.

Vertheilung der übrigen Discifloren in die ebenfalls doppelreihigen Cohorten der Geraniales u. Celastrales, 348.

Die Familien der Geraniales und ihre Gruppirung, 349.

Anatomische Charaktere der Geraniales, 349.

Habituelle Charaktere der Geraniales, 350.

Die Familien der Celastrales und ihre Gruppirung, 350.

Vermittelnde Stellung der Euphorbiaceen als theilweise Milchsaft führender Gewächse, 350.

Anschauung Scott's über die Milchsaftorgane der Euphorbiaceen, 351.

Berichtigung der Angaben über die Samenknospen-Beschaffenheit der Cyrilleen, 352.

Anatomische Charaktere der Celastrales, 353.

Habituelle Charaktere der Celastrales, 354.

Uebersicht der Discifloren, 355.

Anhang, 356.

Neue Arten aus Neu-Guinea von Guioa, 356, Cupaniopsis, 357, und Harpullia, 360.

Neue Materialien schon bekannt gewesener Sapindaceen aus Neu-Guinea, 360.

Verzeichniss der Pflanzennamen.

(Für öfter wiederkehrende Bezeichnungen sind nur die wesentlicheren Stellen angeführt; so besonders für die (angenommenen) Gruppen- und Gattungsnamen der Sapindaceen nur die aus Abschnitt V (Conspectus tribuum — mit C bezeichnet) und VIII (mit dem Conspectus generum — ebenfalls mit C bezeichnet); andere Stellen sind nach dem Inhaltsverzeichnisse und den Verweisungen im Texte zu finden, die Synonyme in Durand Index. Wiederholung auf einer oder mehreren nächstfolgenden Seiten ist durch „f" oder „ff" angezeigt, im weiteren Verfolge überhaupt durch „etc." Den Stellen mit neuen Arten ist „sp. n." beigesetzt, den Namen neuer Gattungen „gen. n." Vulgärnamen sind cursiv gedruckt.)

Acacia S. 307
Acalyphineae 350
Acanthaceae 115 ff, 123
Acer 234, 320
Acera 337, 355
Acerineae 107 f, 150, 173, 224, 234, 276, 320, 332 etc., 355
Achras 125
Aegiceras 308
Aesculus 110, 280
Agauria 251
Agelaea 196
Aiaoua 192
Ailanthus 344
Aitonia 127. 149 etc., 201, 224, 347
Aitonieae 333
Akania 127 f, 129 etc., 171 f, 251, 353
Alectryon 129, 136, 153, 174, 201, 254 sp. n., 289 C
Aligo 172
Allophylus 228 ff, sp. n., 282 C
Alsodeia 182 ff
Alstonia 251
Alvaradoa 127, 138 etc., 201, 205, 224, 251
Amanoa 251
Amaroria 344 f
Amentaceae 337
Amirola 169
Amorphophallinae 309
Ampelideae 129, 353 f, 356
Amyrideae 336
Anacardiaceae 108 f, 136 f, 175, 208, 242, 251, 297, 321, 327, 333 etc., 355
Anemopaegma 242
Angiopteris 126
Anonaceae 306
Antidesma 141, 342
Aphania 236, 283 C, 360

Aphanieae 215. C, 235 ff
Aphanococcus 236, 283 C
Apiocarpus 128, 171 f
Apocyneae 251
Aporetica 259
Aporrhiza 262, 291 C
Apuleja 307
Aralia 251
Araliaceae 251
Arbutus 251
Aristolochiaceae 251
Armeniastrum 189
Aroideae 309
Aruba 344
Arytera 267, 293 C
Asperula 226
Athyana 229, 282 C
Atalaya 231, 282 C
Atropa 183
Aurantiaceae 209
Aurantieae 334, 355
Averrhoidium 276, 295 C
Ayoua 192
Balsamineae 113 f, 349, 355
Barosma 314
Bartlingia 307
Begonia 115 ff
Begoniaceae 115 ff, 123, 127, 308 f
Berberideae 337
Berberis 181, 251
Berlinia 307
Bernardinia 195 f
Bersama 114, 126, 349
Biebersteinieae 337, 349
Bignoniaceae 122, 242
Billia 109 ff
Bischoffia 342
Bixaceae 251
Blepharocarya 128
Blighia 262, 291 C
Boenninghausenia 142
Bois de fer de Judas 324
Bombaceae 307
Boragineae 118, 123
Borago 121
Boronieae 346, 355
Boschia 307
Boymia 162
Bridgesia 229, 282 C
Brownea 244
Brunellia 251
Brucea 244
Buchenavia 125
Bucida 124
Bursera 341
Burseraceae 136 f, 175, 208, 242, 251, 297, 321, 327, 333 etc., 355
Buxaceae 351 ff, 356
Cabralea 209
Cadellia 163
Caesalpinia 307
Caesalpinieae 307
Cajophora 125
Caletia 341
Calliandra 307
Campnosperma 342, 347
Canarium 242
Canicidia 195
Capensisches Mahagoniholz 163
Capparideae 190, 251
Capparis 190
Caprifoliaceae 107
Carapa 209
Cardiospermum 113, 228, 281 C
Casearia 168
Cassia 307
Cassine 132, 352
Castanospora 245, 286 C
Cây Tlám 170 f
Cedrela 160 etc., 338
Cedreleae 160 etc., 346

Celastrales 112, 129, 132, 348, 350 etc., 356
Celastrineae 112, 129, 131, 350 etc., 356
Celastrus 184
Cerinthe 122
Chailletiaceae 129, 351 etc., 356
Chisocheton 209.
Chloroxylon 160 f, 346
Chrysobalaneae 122
Chytranthus 240 sp. n., 284 C
Cichorium 181
Cinchona 125
Cinchoneae 124
Cistiflorae 337
Citrus 352
Clavija 187
Clammy cherry 120
Cliftonia 251, 352
Clistax 115
Cneoridium 161, 163, 345
Cneorum 162, 346
Cnestis 251
Coccinia 122 f
Coccoloba 181
Codon 123
Colea 242
Colletieae 129
Combretaceae 124
Compositae 122
Conchopetalum 280, 295 C
Connaraceae 190 ff, 208, 251, 337
Connarus 190 ff, 308
Convolvulaceae 121, 309
Copalillo 276
Cordia 119 ff
Cordiaceae 118 ff, 123, 126, 308 f
Corylopsis 307
Cossignia 272, 294 C
Cossignieae 220 C, 223, 272 f
Cotoneaster 251
Cotyledon foliis linearibus 156
Cotylodiscus 243, 285 C
Coulteria 307
Crataeva 251
Crepidospermum 137
Crossonephelis 241, 285 C
Crotonoideae 350
Cucurbitaceae 115 ff, 123, 126
Cupania 137 f, 140, 259, 289 C
Cupanieae 106, 134, 218 C, 223, 257 ff
Cupaniopsis 172, 264, 291 C, 357 sp. n.
Curatella 122
Cusparieae 160, 355
Cyclostemon 351
Cyrilla 352
Cyrilleae 251, 350 etc., 356
Cyrtocarpa 276
Cystacanthus 115
Danaea 126
Daphniphyllum 351, 353
Dasycoleum 209
Deinbollia 233, 283 C
Delavaya 272, 294 C
Diatenopteryx 229, 282 C
Dichopetaleae 351
Dictamnus 142 f
Dictyoloma 161, 345
Dictyoneura 264, 292 C
Dilleniaceae 122
Dilodendron 260, 290 C
Dimocarpus 169
Diosmeae 355
Diospyros 251, 309
Diploglottis 264, 292 C
Diplopeltis 273, 294 C
Dipteronia 108, 320, 344
Dipteryx 307
Diptychandra 307
Discanthae 356

Disciflorae 130, 173, 336 etc., 355
Distichostemon 273, 295 C
Dobinea 108, 338
Dobineaceae 339
Dodonaea 148, 169, 173, 273, 295 C
Dodonaeaceae 110, 221 etc.
Dodonaeeae 220 C, 273 ff
Doliocarpus 122
Doratoxylon 276, 295 C
Doratoxyleae 220 C, 275 ff
Drimys 251
Drypetes 342, 351
Durio 307
Dysoxylon 152, 164, 242, 332
Dyssapindaceae 219 C, 206
Ebenaceae 251, 306, 308
Echinocystis 117
Eckebergia 251
Edgeworthia 189
Ehretia 121
Elattostachys 267 sp. n., 293 C
Emmenanthe 123
Endusa 353
Enourea 202
Eriandrostachys 246, 286 C
Erica 251
Ericaceae 251
Eriocoelum 263, 291 C
Erioglossum 236, 283 C
Erystathes (sphalm.) 169 f
Erythrochiton 160 ff
Erythrophysa 271 f, 294 C
Erythroxyleae 237, 335, 337, 349, 355
Esenbeckia 161, 344
Espadaea 189
Eucyclicae 173, 336
Eupaullinieae 215 C
Euphorbiaceae 251, 309, 341 etc., 350 etc., 356
Euphoria 253, 288 C
Euphorianthus 264, 292 C
Eurythates (sphalm.) 169 f
Eusapindaceae 206, 215 C
Euscaphis 112, 132 f
Eustathes 128, 168 ff
Exostemma 123, 125
Exothea 174, 276 sp. n., 295 C
Eystathes 170
Faguetia 342
Fagonia 349
Falkia 158 f
Ficus 115, 119, 121
Filicium 277 sp. n., 295 C
Flindersia 160 f, 164, 346
Fothergilla 307
Frangulaceae 129, 350, 356
Fraxinus 251
Fugosia 307
Galearia 353
Galearieae 351
Galipea 161
Ganophyllum 277, 295 C
Garuga 130
Geraniaceae 113, 349 f, 355
Geraniales 348, 349 etc., 355
Geranieae 349, 355
Geranium 113
Gerascanthus 119
Glenniea 245, 286 C
Glossopetalum 129, 135
Goetzea 189
Gongrodiscus 269, 293 C
Goniocarpus 122
Gossypium 307
Greyia 114, 126
Gronovia 125
Gruinales 334, 349, 355
Gouanieae 129
Guajacum 114, 126
Guarea 209
Guilfoylia 163

Guioa 263, 291 C, 356 f, sp. n., 360
Guttiferae 336
Gyrocarpeae 118, 123
Haloragea 122
Hamamelideae 307
Haplocoelum 249 sp. n., 287 C
Hardwickia 307
Harpochilus 115
Harpullia 137 f, 172, 278 sp. n., 295 C, 360 sp. n.
Harpullieae 220 C, 277 ff
Harrisonia 140, 162, 346
Hebecoccus 236, 283 C
Heisteria 353
Helianthus 122
Heliopsis 122
Hemicyclia 351
Hesperides 334, 355 f
Heterodendron 254, 289 C
Hibbertia 122
Hippobromus 276, 295 C
Hippocastaneae 107, 173, 224, 320, 332 etc., 355
Hippocrateaceae 352, 356
Hippomanoineae 350
Hoheria 307
Hornea 234, 283 C
Hornschuchia 306
Huertea 112, 136 f, 353 f
Hugonieae 349, 355
Humiriaceae 349, 355
Humulus 122
Hyaenachne (sphalm.) 342
Hyaenanche 342
Hydrophyllaceae 123, 126
Hydrophyllum 123
Hymenaea 307
Hypelate 276, 295 C
Hyptiandra 163
Idesia 251
Ilex 252
Ilicineae 112, 129, 350 etc., 356
Inga 307
Ipomoea 309
Irvingia 140
Ixonantheae 349, 355
Jagera 264 f, sp. n., 292 C
Juglandeae 337
Kaulfussia 126
Koeberlinia 140, 161, 321, 345
Koelreuteria 271, 294
Koelreuterieae 219 C, 271 f
Labiatae 309
Laccodiscus 262, 290 C
Lantana 122, 129
Lardizabaleae 306
Larrea 114
Laurineae 337
Lecaniodiscus 249, 287 C
Ledocarpeae 349, 355
Leguminosae 244, 307, 337
Leonia 187
Lepiderema 264, 292 C
Lepidopetalum 269 sp. n., 293 C
Lepionurus 129
Lepisantheae 106, 217 C, 238 ff
Lepisanthes 238, 284 C
Leptothyrsa 162
Limnanthaceae 349, 355
Linaceae 355
Lineae 349, 355
Lippia 122 f
Liriosma 129
Litchi 253, 288 C
Llagunoa 130, 169, 273, 294 C
Loasaceae 125
Logania 251
Loganiaceae 251
Lomatia 251
Lonchocarpus 307
Loropetalum 307
Loxodiscus 274, 294 C

Lychnodiscus 242, 285 C
Lycopus 309
Macphersonia 246 sp. n., 287 C
Magnoliaceae 251
Magonia 280, 295 C
Mahagoniholz, capensisches 164
Mahoe 255
Mahoe 255
Mahonia 251
Malpighiaceae 234, 334 f, 337, 349, 355
Malvaceae 307
Marattia 126
Marattiaceae 126
Mata cachorro 195
Matayba 260, 290 C
Maytenus 129
Melanochyla 163
Melanococca 163
Melanodiscus 241, 285 C
Melia 331
Meliaceae 149 etc., 163, 175, 208 f, 242, 251, 297, 331 f, 333 etc., 355
Meliadelpha gen. n. 331 f
Melianthaceae 107, 111 f, 126, 149, 202, 349 f, 355
Meliantheae 234, 333, 337
Melianthus 114, 126 f, 150, 152, 201, 349
Melicocca 136, 169, 171, 218 C, 244
Melicocceae 218 C, 223, 244 ff
Melieae 150
Meliosma 224
Meliosmeae 224, 337
Meninia 115, 119
Menispermaceae 324, 337
Metopium 342
Mezoneuron 307
Microdesmis 309
Micromelum 209
Mimoseae 146, 307
Mimusops 125
Mina 309
Mischocarpus 268 sp. n., 293 C
Molinaea 262, 290 C
Momordica 115 ff
Monarda 309
Montinia 158 f
Morinda 308
Myaris 168
Myristica 251
Myristicaceae 251
Myrocarpus 307
Myrodia 307
Myrospermum 307
Myroxylon 307
Myrsineae 308
Myrtaceae 307
Negundo 320
Nematolepis 162, 346
Nemophila 123
Nephelieae 106, 218 C, 250 ff
Nephelium 252 f, 288 C
Nerium 226
Nieshout 166
Nyctagineae 309
Obeliscaria 122
Ochnaceae 337
Ochroma 307
Olacales 350, 356
Olacineae 118, 123, 126, 129, 350 etc., 356
Oldfieldia 341 ff
Oleaceae 251
Omphalobium 190 ff
Ophiocaryon 224
Ophiocaulon 251, 308
Opilieae 118
Orchideae 117, 123
Otonephelium 253, 288 C
Otophora 238, 284 C
Oxalideae 349 f, 355

Oxythece 252
Paivaeusa 341
Pancovia 240, 284 C
Papilionaceae 307
Papiria 158 f
Pappea 257, 289 C
Paranephelium 269, 293 C
Pariki 191
Parrotia 307
Passifloreae 251, 308
Patagonula 120
Paullinia 226 ff, 281 C, 331
Paullinieae 215 C, 221 etc., 226 ff
Pausandra 341
Peganum 163
Pelargonieae 349, 355
Pelargonium 113
Peltogyne 307
Pentascyphus 260, 290 C
Phacelia 123
Phelline 163
Phellodendron 160 ff
Phialodiscus 263 sp. n., 291 C
Philodendron 309
Phoxanthus 139
Phyllantheae 341 etc.
Phyllanthoideae 350 f
Phytolaccaceae 109
Picraena 344
Picramnia 129, 139 etc., 146 f
Picramnieae 140
Picrasma 242, 344
Picrella 162, 346
Picrocardia gen. n. 140, 344
Picrodendron 162
Picrolemma 344
Piranhea 342 f
Pisonia 309
Pistacia 209
Placodiscus 241 f, sp. n., 285 C
Plagianthus 307
Plagioscyphus 240, 285 C
Platymiscium 307
Podonephelium 254, 289 C
Podoon 109, 339
Podoonaceae 109, 339
Poinciana 307
Polycarpicae 337
Polygoneae 109
Pomaceae 251
Pometia 253, 288 C, 360
Porlieria 115
Porocystis 232, 283 C
Primula 287
Prioria 307
Proteaceae 251
Protium 251, 340, 343
Pseudima 261, 290 C
Pseudoconnarus 196, 251
Pseudonephelium 253, 288 C
Pseudopteris 249, 288 C
Ptaeroxyleae 333
Ptaeroxylon 127, 149, 160 etc., 201, 224, 338, 347
Pterodon 307
Pterolobium 307
Pultenaea 307
Purshia 135
Putranjiva 351
Putzeysia 110
Quarariba 307
Quiebra hacha 324
Quiineae 242
Quillajeae 130
Quivisia 151, 164
Reptonia 125, 189
Retzia 158 f
Rhamneae 129, 136, 168 f, 350 etc., 360
Rhamnus 129, 131 ff, 352
Rhizoboleae 337
Rhododendron 251

Rhus 163, 165 ff, 251
Rhysotoechia 264, 291 C
Rinorea 182
Rosaceae 130, 135
Rourea 190, 195, 198 ff, sp. n., 251
Rubiaceae 107, 123, 308
Rutaceae 113, 139, 142, 160 ff, 175, 251, 297, 320, 327, 333 etc., 355
Rutales 336 etc., 355
Ruteae 338, 355
Sabiaceae 337
Saccellium 120
Samadera 344
Samydeae 168 f
Santalaceae 251
Santalum 251
Sapindaceae 1 etc., 215 C, 281 C, 332 etc., 355
Sapindeae 217 C, 221 etc., 230 ff
Sapindales 108, 339
Sapindiflori 108
Sapindus 110 f, 233 sp. n., 283 C
Sapotaceae 125, 189, 252, 306
Saraca 307
Sarcopteryx 265 sp. n., 292 C
Sarcotoechia 267, 293 C
Sauvagesiaceae 337
Schieckea 129
Schinopsis 342
Schleichera 169, 249, 287 C
Schleichereae 218 C, 248 ff
Scyphonychium 260, 290 C
Serjania 226 ff, 281 C
Serjania Vell. 129
Sideroxylon 125
Simaba 344
Simaruba 344, 346, 162
Simarubaceae 139 etc., 161 ff, 175, 208, 242, 251, 320 f, 327, 333 etc., 355
Smelophyllum 243, 285 C
Sneezewood 166
Sobralia 117
Soulamea 140, 344 f
Spathelia 140, 161, 345 f
Spiranthera 251
Stackhousia 129
Stackhousieae 129, 353, 356
Stadmannia 257, 289 C
Staphyleaceae 107, 111 ff, 129 etc., 202, 251, 350 etc., 356
Staphylea 112, 131 ff
Stocksia 271, 294 C
Storthocalyx 172, 264, 292 C
Styraceae 306
Suriana 153, 162
Sweetia 307
Swietenia 166
Synima 266, 292 C
Synoum 163, 338
Talisia 244, 286 C
Tamarincillo 147
Tectona 122
Terebinthaceae 109, 136, 137
Terebinthineae 336 f, 355
Terminalia 124 f, 129, 256
Ternströmiaceae 337
Thalamiflorae 336
Theophrasteae 125, 187, 308
Thinouia 228, 281 C
Thinouieae 216 C
Thottea 251
Thouinia 125, 169, 228, 282 C
Thouinidium 231, 282 C
Thouinieae 216 C, 223, 228 ff
Thraulococcus 236, 283 C
Thyrsodium 130
Tina 262, 290 C
Tinopsis 262, 290 C
Titoki 254
Toddalieae 160, 355
Toechima 266 sp. n., 292 C

Toulicia 231 f. sp. n., 283 C
Tournefortia 121
Touroulia 242
Toxicodendron 341
Trachylobium 307
Triceros 132
Trichilia 151, 209, 242
Trichocladus 307
Tricoccae 356
Trigonachras 265, 292 C
Tripterodendron gen. n. 214, 260 f, 290 C
Tristira 247, 287 C
Tristiropsis 247 sp. n., 287 C
Tropaeoleae 349, 355
Tropaeolum 113 f
Turpinia 112, 131 f, 135 f
Turraea 151 f, 163 f, 347
Ulmus 122
Ungnadia 280, 296 C
Urticaceae 115 ff, 122 f
Urvillea 228, 281 C
Valentinia 168 ff
Valenzuelia 178 f, 229, 281 C
Valenzuelia S. Mutis 129
Varronia 119
Verbena 122 f
Verbenaceae 122 f, 126
Violarieae 182
Vivianieae 349, 355
Vouarana 259, 290 C
Wagatea 307
Walsura 151, 251
Weinmannia 165 ff
Wendtieae 349, 355
Wimmeria 148
Xanthoceras 130, 174, 280, 296 C
Xerospermum 125, 253, 288 C
Zanthoxyleae 208, 355
Zanthoxylon 162, 167 f
Zingiberaceae 309
Zollingeria 239, 284 C
Zygophylleae 113, 126, 163, 337, 349 f, 355.

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Oeffentliche Sitzung

zur Feier des 131. Stiftungstages

am 28. März 1890.

Herr C. v. Voit gedachte als stellvertretender Vorstand der Akademie der Verdienste des verstorbenen Präsidenten der Akademie, Ignaz v. Döllinger, und theilte als Sekretär der mathematisch-physikalischen Classe mit, dass die mathem.-physikal. Classe im verflossenen Jahre sechs ihrer Mitglieder durch den Tod verloren hat, nämlich zwei einheimische ordentliche Mitglieder, August Vogel und Karl Emil v. Schafhäutl, und vier auswärtige Mitglieder, den Mathematiker Paul Du Bois-Reymond in Charlottenburg, den greisen Chemiker Michel Eugène Chevreul in Paris, den Naturforscher Johann Jacob v. Tschudi in Jakobshof in Niederösterreich und den Mineralogen Friedrich August v. Quenstedt in Tübingen.

Zum Andenken
an den Präsidenten der k. bayer. Akademie
Ignaz von Döllinger.

Da die durch den Tod des Präsidenten v. Döllinger erledigte Stelle des Vorstandes der Akademie noch nicht besetzt ist, so habe ich als amtsältester Klassensekretär die Verpflichtung, die heute zur Feier des 131. Stiftungstages stattfindende Festsitzung zu eröffnen.

Uns Alle, die wir in diesem Saale versammelt sind, erfüllt der gleiche Gedanke, die schmerzliche Erinnerung an den Mann, der noch vor wenigen Monaten als Präsident der Akademie die Seele dieses Raumes war. Wir glauben ihn noch zu sehen und zu hören den jugendfrischen Greis, wie er in stundenlanger Rede laut und ohne jegliche Anstrengung in geistvollen Worten, denen Alles in athemloser Stille lauschte, zu uns sprach. Vorzüglich seiner Mitwirkung und Fürsorge verdanken wir diesen würdigen Festsaal; er hat ihn mit den die Aufgabe der Akademie bezeichnenden Sprüchen geziert, indem er dem alten Wahlspruche: „*rerum cognoscere causas*“ die beiden Devisen: „*seu vetus est verum diligo sive novum*“ und „*serimus arbores posteritati profuturas*“ hinzufügte; und er hat ihn durch seine Reden für alle Zeiten geweiht. So gilt von diesem Raume so recht das Wort des Dichters:

Die Stätte, die ein guter Mensch betrat,
Ist eingeweiht; nach hundert Jahren klingt
Sein Wort und seine That dem Enkel wieder.

Wir erblicken ihn heute nicht mehr unter uns den Gelehrten mit dem ernsten Antlitz und den wunderbar leuchtenden Augen, die seinen Geist wiederspiegelten. Er hat am 15. November 1889 seine letzte Akademische Rede gehalten, und an uns ist es, uns sein Lebensbild zu vergegenwärtigen und ihm zu danken für das, was er unserer Corporation und der Wissenschaft gewesen ist.

In der That würdiger und glänzender kann die Akademie nicht vertreten sein als es unter seiner Führung der Fall war. In seiner ersten Rede am 25. Juli 1873 bei Beginn seines Amtes gedachte er seiner Vorgänger in dem Präsidium der bayerischen Akademie seit ihrer Wiedergeburt: Jakobi, Schelling, Freyberg, Thiersch, Liebig; fürwahr Männer, auf die wir mit Stolz zurückblicken und denen er sich ebenbürtig angereiht hat. Wenn er dabei an Liebig pries, dass er den Ernst und die nie ermüdende Beharrlichkeit der Spezialforschung verband mit der Weite und der kühnen Sicherheit der Combination, und dass er uns das schöne Vorbild eines rein und ganz im Dienste der Wissenschaft und der Menschheit, wie begonnenen so beschlossenen Lebens hinterlassen hat, so gilt dies ebenso von Döllinger im Gebiete seiner Wissenschaft, und er hat sich damit selbst am besten geschildert.

Seit seiner frühesten Jugend kannte Döllinger keinen anderen Genuss und keinen anderen Zweck des Lebens als den zu lernen und seine Kenntnisse zu bereichern, so dass das Körperliche an ihm ganz in den Dienst des Geistes gestellt erschien. Er erzählte mir einmal, er habe als Alumne des Priesterseminars stets das ihm zukommende Quantum geistigen Getränkes seinen Commilitonen abgegeben, um sich aus dem Erlöse Bücher anzuschaffen. Der sehnlichste Wunsch des jungen Priesters war es, eine Pfarrei auf dem Lande zu erhalten, das Pfarrhaus in der Nähe des Waldes stehend und mit so viel Einkünften versehen, um sich eine Bibliothek ansammeln und in aller Stille, frei von Sorgen und Abhaltungen, ganz dem Studium hingeben zu können. In solcher Auffassung verwendete der ungewöhnlich Befähigte die ganze Zeit seines Lebens zu seiner Aus- und Durchbildung sowie zur Schärfung und Reifung seines Urtheils, zunächst nur zu seiner eigenen Befriedigung in der Erkennung der Wahrheit und nicht um alsbald jeden Fund in der Oeffentlichkeit zu

verwerthen. Denn zumeist bestimmten ihn nur besondere äussere Anlässe zur Mittheilung aus dem Schatze seines reichen Wissens, und in der That, wäre er nicht Präsident der Akademie geworden, wir wären um ein köstliches Gut ärmer.

Die Akademischen Vorträge Döllingers sind mit Recht als reifste Frucht eines langen, nur der Erforschung der Wahrheit gewidmeten Lebens bezeichnet worden. Aus dem durch rastlose Arbeit angesammelten staunenswerthen Wissen in allen Geisteswissenschaften schöpfend, behandelte er für unsere Festsitzungen geeignete Probleme der Geschichte der Menschheit mit so sorglicher Würdigung aller mitwirkenden Thatsachen und mit so grosser Fülle und so überzeugender Klarheit der Gedanken, zugleich in so formvollendeter Darstellung, dass Niemand diesen ebenso wissenschaftlichen wie künstlerischen Gebilden den Namen der höchsten Meisterschaft und der Unvergänglichkeit versagen wird. Und es will mir scheinen, als ob er von Jahr zu Jahr gewachsen in der Tiefe der Gedanken und in der Fähigkeit den Zusammenhang der Dinge in weitestem Umfange zu überblicken, in einem Alter, in welchem Andere längst den Höhepunkt ihrer Leistungen überschritten haben.

Es ist mir öfter, wenn ich Döllinger gelegentlich über die Aufgaben anderer Wissenschaften, namentlich auch der Naturwissenschaften, so scharfsinnig und richtig urtheilen hörte, der Gedanke gekommen, ob der Sohn nicht ein gut Theil von seinem berühmten Vater, dem Naturforscher und langjährigen Sekretär der math.-physikal. Classe unserer Akademie, ererbt und gelernt habe, welcher so trefflich in seinem Wesen und der Art seines Lehrens von seinem grossen Schüler, Karl Ernst von Baer, geschildert worden ist. In der That die Beiden zeigen in ihren geistigen Eigenschaften die grösste Aehnlichkeit. Auch der Vater hatte sich durch emsiges Studium und eigene Anschauung umfassende und gründliche Kenntnisse auf seinem Gebiete, in fast allen Zweigen der

Naturwissenschaft erworben; er besass eine feine Beobachtungsgabe für die mannigfaltigen Formen und Erscheinungen in der Nater und einen tief eindringenden Scharfsinn in der Zusammenfassung derselben; er wurde ein philosophischer Naturforscher genannt, dem das einfache Zusammentragen von Thatsachen nicht genügte, sondern der vielmehr das Bedürfniss nach einer Uebersicht sowie auch nach der Forschung nach den letzten Gründen, ohne je in leere Spekulationen zu verfallen, fühlte. Seine Begabung als Lehrer war eine ganz hervorragende; mit einer seltenen Klarheit und Kraft der plastischen Darstellung ausgestattet, wirkte er in hohem Grade anregend auf seine Schüler und begeisterte sie durch Wort und Beispiel zu eigenem selbständigem Forschen, so dass er der Stifter der anatomisch-physiologischen Schule zu Würzburg wurde und wohl der Erste war, bei welchem in dieser Richtung, so wie in unseren jetzigen Laboratorien, wissenschaftlich gearbeitet werden konnte. Seinen prophetischen Blick thut dar, dass er einer der Begründer der vergleichenden Anatomie in Deutschland gewesen, auf welche man bis zu Johannes Müller's Zeit die Physiologie hauptsächlich aufbaute; dass er ferner einer der frühesten Förderer der mikroskopischen Anatomie war, welche die Grundlage für das Verständniss der physiologischen Vorgänge an der Organisation geworden ist; dass er aber vor Allem für die Lehre von der Entwicklung der thierischen Organismen von ihren ersten Anfängen an mit seinen Schülern fast allein die Bahn gebrochen hat, eine Lehre von der man in unseren Tagen die meisten Aufschlüsse über den Zusammenhang der lebenden Wesen auf der Erde erhalten hat und durch die man in die innerste Bildungsstätte der Natur einzudringen vermochte. Wenn man ausserdem bedenkt, dass ein Mann von solcher Begabung bei der Erziehung seiner Kinder thätig eingriff z. B. eigens für seinen an die Universität übergetretenen ältesten Sohn Ignaz eine Vorlesung über Mineralogie hielt, so musste die

Einwirkung auf einen so glücklich angelegten Jüngling eine bedeutende und bestimmende sein. Warum ist aber Ignaz Döllinger der Sohn dann nicht ebenfalls Naturforscher geworden, und warum hat er sich nicht an den Arbeiten des Vaters betheiliget, an denen damals nicht nur die wissenschaftliche Welt, sondern auch die ganze Stadt Würzburg das lebhafteste Interesse nahm? Man weiss nur, dass der Sohn sich eine Zeit lang eifrig mit Käfersammeln beschäftigte. Und doch ist es uns nicht unverständlich, wenn der junge Döllinger trotz sehr ähnlicher Geistesanlagen einer so ganz anderen Richtung sich zuwandte als der Vater.

Die Wege und die Ziele der Forschung sind in jeder wahren Wissenschaft die gleichen und es hängt sehr häufig von zufälligen Einflüssen ab, ob man in diesem oder jenem Zweige der Wissenschaft seine Kräfte versucht. Wenn der Vater Döllinger die merkwürdige Entwicklungsgeschichte des Thierleibes verfolgte und daraus allgemein wichtige Schlüsse zog, so ist dies im Wesen nichts Anderes und es gehört nicht weniger Wissen und Geist dazu, als wenn der Sohn auf einem anderen Gebiete, dem der Geistesgeschichte des Menschengeschlechtes, die geistige Entwicklung des letzteren verfolgt.

Der Naturforscher ist bestrebt die Formen und die Vorgänge in der Natur mit scharfem Sinne zu beobachten und zu untersuchen und sie auf ihre Ursachen zurückzuführen. Der Historiker hat es mit den Ereignissen im Laufe der Zeiten, mit den Handlungen des Menschen zu thun, welche er aus den häufig trüben Quellen festzustellen sucht, um den Gang der Geschichte möglichst richtig und lebendig vor unseren Augen vorzuführen.

Das Geschehen in der Natur findet mit unerbittlicher Nothwendigkeit nach den Eigenschaften der Materie und den bei dem gegenseitigen Aufeinanderwirken der Stoffe gegebenen Bedingungen statt; die Bewegung der durch fast unermessliche Zwischenräume von einander geschiedenen

Gestirne erfolgt nach denselben Gesetzen wie die Zusammenfügung der Atome in nächster Nähe in den tausenden von chemischen Verbindungen, welche eine Welt im Kleinen, jede ein Sonnensystem, darstellen, oder wie die molekulären Vorgänge in den lebendigen Wesen. Alles Wirken geht dabei aus denselben einfachen Ursachen hervor, deren allmähliche, immer weiter vorschreitende Enthüllung unser Wissen und Können mächtig erweitert. Auch in der Geschichte handelt es sich um die nothwendigen Folgen der vorausgegangenen Thaten und um Gesetze, aber es tritt hier der noch unerklärbare freie Wille des Menschen dazwischen, welcher die Handlungen nach seinem Gutdünken bestimmt, woraus dann in consequenter Folge gute oder böse Früchte hervorgehen.

Der Naturforscher hat den hohen Genuss, wenn er in mühsamer Spezialforschung Thatsachen feststellt oder durch richtige Experimente die Vorgänge in der Natur vor seinem Auge ablaufen lässt, vorher Unbekanntes und Unerklärliches zu erkennen; ja es ist, allerdings nur einzelnen genialen Geistern, wie Sehern gegönnt, weitere Zusammenhänge der Dinge aufzudecken und zu erschliessen, wodurch auch die Anschauungen über die höchsten Fragen der Menschheit geläutert und gefördert werden können. Haben sich z. B. die philosophischen Vorstellungen des Menschen über die Welt und über seine Stellung in derselben nicht von Grund aus verändert durch die Entdeckung, dass die Erde nicht mehr das feststehende Centrum ist, um das sich Alles übrige dreht und wegen dessen Alles übrige vorhanden ist.

Der Geschichtsforscher erfreut sich an dem getreuen Bilde, das er von den Ereignissen einer Zeit entwirft, aber wohl noch mehr daran, den Zeitgenossen die Folgen der dem freien Willen entsprossenen Handlungen der Vorfahren entgegenzuhalten, das Rechte sowie das Unrechte in den Thaten derselben zu zeigen und eindringlich darzustellen, wohin das Unwahre und das Böse das Menschengeschlecht führen.

Die Erkenntniss des Letzteren war es wohl vor Allem, welche Döllinger den Sohn, nachdem er durch äussere Umstände Theologe geworden war, vermöge seiner Anlagen fesseln und der Geschichtswissenschaft zuführen musste. Aber, wie schon gesagt, die Methode der Forschung sowie der Thätigkeit des Geistes wäre die gleiche gewesen, ob er die Ereignisse in der Natur oder in der Geschichte erforscht hätte, und darin, glaube ich, hat er von dem Naturforscher Döllinger geerbt und gelernt. Denn durch die Möglichkeit der immer erneuten Beobachtung und der Prüfung durch das Experiment bei der Naturforschung lässt sich die richtige Methode des Erkennens am leichtesten finden und üben, und es kann wohl nicht geleugnet werden, dass die Entwicklung dieser Methode in der Naturforschung auch einen maassgebenden Einfluss auf die Methode in den übrigen Wissenschaften ausübt.

So besteht ein inniger Zusammenhang zwischen allem Wissen des Menschen, jede tiefere Einsicht in der einen Wissenschaft befruchtet auch die übrigen; wir haben Alle dieselbe Aufgabe und es vereiniget uns Alle das gleiche ideale Streben, das Suchen nach der Wahrheit. Unser Döllinger hat stets nachdrücklich diesen Zusammenhang aller Wissenschaften hervorgehoben und darum war er auch das rechte, Alle vereinigende Oberhaupt der aus so vielen Wissenschaften bestehenden Akademie. Er hat es als eine wichtige Aufgabe der Akademien bezeichnet, in der unentwegten Hochhaltung der Wahrheit ein selbstloses Beispiel für die Jüngeren abzugeben, in einer Zeit, in der sich leider auch in der Wissenschaft das unreine Streben nach Gewinn und nach Förderung selbstsüchtiger Zwecke mehr als sonst breit zu machen beginnt. Die Wissenschaft bietet nicht mehr wie früher ein für sie so förderliches Asyl gegenüber den Kämpfen der Parteien und den Genüssen der Welt dar, der Gelehrte wird nicht selten gegen seinen Willen hineingezogen in den grossen Strom, aber um so mehr muss er festhalten an dem Ideal

der Wahrheit und jedes Unredliche und Halbwissen verschmähen. Döllinger hat dieser wichtigen Aufgabe für die Akademien besonders prägnanten Ausdruck gegeben in einer Stelle einer seiner Akademischen Reden, worin er sagt: „eine Akademie hat sich auch, was allerdings schwerer und seltener ist, die strengste Wahrhaftigkeit in der Mittheilung zur Regel zu machen. Dazu gehört, dass der Einzelne nie anstehe, seinen Irrthum zu bekennen und dem Gegner, der ihn überführt hat, Recht zu geben. Es gehört dazu, dass wir über noch unausgefüllte Lücken unseres Wissens nie mit Phrasen uns hinweghelfen, nie eine Vermuthung für Gewissheit ausgeben, nie voreilig, um des augenblicklichen Erfolges willen, die Tragweite einer Entdeckung übertreiben oder das vermeintlich in ihr gefundene Gesetz willkührlich generalisiren, nie uns den Schein geben, das wirklich zu durchschauen, was noch dunkel, das zu wissen, was uns in der That noch unbekannt ist. Nur unter diesen Bedingungen erfüllen wir unsern Beruf so, wie es der ersten wissenschaftlichen Corporation des Landes ziemt. Ich möchte sagen, es sei einer Akademie würdig und unerlässlich, den Wahrheitssinn bis zur Kunst, den Cultus dieser Göttin bis zur zartesten Gewissenhaftigkeit auszubilden.“

Die wahre Wissenschaft, insoferne sie in dieser Weise nur die Wahrheit zu enthüllen sucht, vermag auf die Dauer nichts Böses zu bewirken und dem Guten nicht gefährlich zu werden. Die Geschichte der Wissenschaft lehrt, dass die Wahrheit, auch wenn sie ursprünglich den bisherigen und lieb gewonnenen Anschauungen widerspricht, sich trotz allen Sträubens, ohne dauernden Schaden zu stiften, durchringt und dass jeder Irrthum vergänglich ist, indem nicht selten eine durch Jahrhunderte hindurch festgehaltene falsche Ansicht und ein falscher Glaube durch neue Beobachtungen und Erfahrungen doch endlich der die trüben Nebel durchbrechenden Sonne der Wahrheit weichen muss. Das Gut,

was den Menschen über die übrigen Wesen erhebt, das Nachdenken über sich selbst und über die Welt, in die er gesetzt ist, kann ihn nur höher heben, indem es ihn von falschen Vorstellungen befreit.

Gerade derjenige, welcher die Wahrheit mit allen Kräften seines Geistes und reinsten Strebens sucht, ist sich stets bewusst, wie leicht es geschieht trotz der grössten Wahrheitsliebe durch eine unrichtige Voraussetzung in Irrthum zu verfallen. Es ist das Geschick des Menschen sich zu irren auch Döllinger nicht erspart geblieben, ja man kann sagen, dass er auf dem schwierigen Gebiete nur allmählich und durch viele geistige Kämpfe zu dem sich entwickelt hat, was er geworden ist. Aber es blieb ihm, der nur nach der Wahrheit trachtete, als Trost und Stärkung die feste Ueberzeugung, dass auch sein Irrthum überwunden werde.

Nicht jedem Forscher ist es vergönnt den Sieg dessen, was er erkannt, zu erleben, ja die Edelsten, welche die grössten Wahrheiten ausgesprochen, sind nicht selten während ihres Daseins desshalb verkannt und verfolgt worden; auch da bescheidet sich der wahre Gelehrte in dem Bewusstsein, dass die Wahrheit, wenn auch in fernen Zeiten, siegen und zum Segen der Menschheit beitragen werde. Auch Döllinger hat in Manchem den Erfolg seiner wissenschaftlichen Ideen und Ueberzeugungen der Zukunft überlassen müssen, welche die Schlacken von dem Golde reiniget. Er verglich einmal die Geschichte der Akademie jenem von Lukretius geschilderten Wettlauf, bei welchem die Laufenden als Lichtträger immer Anderen ihre Fackeln übergeben; die Träger verschwinden, einer nach dem andern, das Licht aber bleibt. Die Akademie der Wissenschaften wird die ihr von ihrem verstorbenen Präsidenten Döllinger übergebene Fackel als theures Vermächtniss übernehmen und dafür Sorge tragen, dass ihr Licht, mit dem er so viel Dunkles hell erleuchtete, nicht erlösche. —

August Vogel.

Am 14. August 1889 starb eines der älteren Mitglieder der math.-physikal. Classe, welches nur selten bei den Sitzungen der Classe fehlte, der ordentliche Professor der Agrikulturchemie an der hiesigen Universität, Dr. August Vogel. Derselbe war ein arbeitsamer Gelehrter, dem wir zwar keine grösseren Entdeckungen und keine bahnbrechenden Arbeiten, jedoch eine Fülle kleinerer Beobachtungen und kleinerer Abhandlungen verdanken und der namentlich auch bestrebt war, die Erkenntnisse der Wissenschaft für die Landwirthschaft und die Technik nutzbar zu machen.

August Vogel war am 4. August 1817 zu München als der Sohn des Professors der Chemie an der hiesigen Universität und Mitgliedes unserer Akademie, Heinrich August Vogel, geboren. Der Sohn hat uns in einer Akademischen Gedächtnissrede eine lehrreiche Schilderung des Lebensganges seines Vaters entworfen, welcher seine Ausbildung in der Chemie wesentlich in Paris erhalten hatte, woselbst damals diese Wissenschaft durch hervorragende Chemiker in grossem Aufschwung begriffen war. Nachdem es ihm gelungen war, in einem von der Ecole de Pharmacie ausgeschriebenen Conkurse den ersten Preis zu erringen, wurde er als Präparator an dieser Schule und später als Conservator und Hilfsprofessor angestellt, was ein für einen Ausländer ganz ungewöhnlicher Erfolg war; in dieser Stellung blieb er nahezu 14 Jahre (von 1802 bis 1816) lehrend und wissenschaftlich thätig, wobei er zu den bedeutendsten französischen Chemikern und anderen Naturforschern, zu Fourcroy, Vauquelin, Parmentier, Guyton de Morveau, Deyeux, Berthollet, Thenard, Chaptal, Cuvier, Biot u. A. in nähere Beziehungen trat. Seine zahlreichen wissenschaftlichen Arbeiten hatten ihn auch in Deutschland bekannt gemacht, so dass er nach Gehlen's Tod als Chemiker an die hiesige Akademie der Wissenschaften berufen wurde.

In dem Hause dieses seines Vaters erhielt der Sohn eine vorzügliche Erziehung und Ausbildung; er lernte die Freude an der Arbeit und empfieng auch die Anregung zu allgemeiner Geistesbildung im geselligen Umgange mit einem Kreise bedeutender Männer wie Martius, Thiersch, Döllinger, Schelling und Anderen, welche viel in dem Hause an der Arcisstrasse verkehrten; der Vater hatte die französische Sprache, welche er durch seinen Pariser Aufenthalt völlig beherrschte, in der Familie beibehalten, so dass die Kinder früh damit vertraut wurden.

Nach Absolvirung des Gymnasiums widmete sich Vogel dem Studium der Medizin, wobei er in München mit Vorliebe Döllinger, in Göttingen Langenbeck und in Berlin Johannes Müller und Mitscherlich hörte. Nachdem er im Jahre 1839 dahier das Examen rigorosum bestanden hatte und zum Doctor der Medizin promovirt worden war, begab er sich für kurze Zeit nach Giessen in das damals emporgeblühte Laboratorium Liebig's, in dem man eben mit den Beziehungen der organischen Chemie zur Pflanzenphysiologie, namentlich mit den Analysen der Aschen der Pflanzen und mit der Ausbildung der Mineraltheorie, beschäftiget war; er lernte dort vorzüglich die Methoden der Elementaranalyse organischer Stoffe kennen und bekam wohl auch die Vorliebe für die Agrikulturchemie. Gleich nach seiner Rückkehr von Giessen (1840) wurde er zum Adjunkten an dem chemischen Laboratorium der Akademie zur Hilfe seines Vaters ernannt, von wo ab er sich ganz der Chemie widmete. Er verblieb seitdem in hiesiger Stadt, ohne dass von ihm besondere Erlebnisse zu verzeichnen wären, als die eines stillen Gelehrten.

1843 verlieh ihm die Universität Erlangen das Diplom als Doctor der Philosophie und 1848 wurde er zum ausserordentlichen Professor an der Universität ernannt mit dem Auftrage Vorlesungen über Agrikulturchemie zu halten.

Ausserdem unterstützte er seinen Vater bei den Uebungen im chemischen Laboratorium; einer ihrer ehemaligen Schüler theilte mir mit, dass die Praktikanten mit Vergnügen an jene Zeit zurückdächten, da Vater und Sohn es verstanden hätten, die jungen Leute anzueifern und durch ihre wohlwollende Gesinnung ein dauerndes Dankgefühl zu erwecken. 1846 wählte ihn die Akademie zum ausserordentlichen und 1870 zum ordentlichen Mitgliede; 1869 wurde er zum ordentlichen Professor der Agrikulturchemie und zum Conservator des agrikulturchemischen Laboratoriums befördert. Ausser den Vorträgen über landwirthschaftlich-technische Chemie hielt er, in früheren Jahren zum Theil in Vertretung seines Vaters, auch Vorlesungen über organische Chemie, dann über analytische Chemie, sowie auch praktisch-chemische Uebungen im agrikultur-chemischen Laboratorium. In den letzten 12 Jahren seines Lebens hatte er sich von der Lehrthätigkeit ganz zurückgezogen.

Die Resultate seiner wissenschaftlichen Arbeit sind in einer ungemein grossen Zahl von Veröffentlichungen niedergelegt. Er besass ein lebhaftes Interesse für die Vorgänge in der Natur und mannigfache, mit grossem Fleisse erworbene naturwissenschaftliche Kenntnisse. Es lag jedoch nicht in seiner Art ein bestimmtes Gebiet der Chemie von Grund aus zu bearbeiten und umfassende Probleme sich zu stellen, es ist vielmehr der grösste Theil seiner wissenschaftlichen Untersuchungen durch gelegentliche Beobachtungen und andere gelegentliche Anregungen entstanden, welche ihn veranlassten, die Sache durch eigene Versuche zu prüfen und weiter zu fördern. Aus dieser Weise der Forschung entsprangen aber doch Thatsachen von Werth, von welchen ich einige der wichtigeren hervorheben möchte, um ein Bild von der wissenschaftlichen Thätigkeit Vogel's zu geben.

Der grössere und auch der werthvollere Theil seiner Abhandlungen beschäftiget sich mit den chemischen Vorgängen

in der Pflanze. Eine seiner umfangreichsten und am weitesten durchgeführten Untersuchungen ist die über die Aufnahme der besonders zum Aufbau des Stengels nöthigen Kieselerde durch die Pflanze, welche Untersuchung von der Akademie der Wissenschaften zu Berlin (1866) mit einem Preise gekrönt wurde. Er that darin durch Experimente dar, dass die im Boden befindliche schwer lösliche krystallisirte Kieselerde durch den Vegetationsprozess eine Umwandlung in die von den Pflanzenwurzeln aufnehmbare lösliche amorphe Modifikation erfahre; dass die als Dünger in den Boden gebrachte amorphe Kieselerde von der Ackerkrume absorbirt wird und in dieser Form unmittelbar zur Pflanzennahrung dient; dass die Kieseldüngung sowohl auf natürlichem als kultivirtem Boden einen Mehrertrag der Cerealienernte erzeugt, jedoch nur in der Strohernte und nicht in der Körnerernte; und endlich dass die möglichst feine Vertheilung der zur Düngung verwendeten Kieselpräparate wesentlich die Aufnahme durch die Pflanzenwurzeln befördert. Später kam er nochmals auf das Verhalten der Kieselerde zurück bei der Prüfung der bekanntlich viel amorphe Kieselerde enthaltenden Lüneburger Infusorienerde, von der er ein grosses Wasseraufsaugungsvermögen, ein schlechtes Wärmeleitungsvermögen und insbesondere eine geringe chemische Absorptionsfähigkeit für die Pflanzennährstofflösungen nachwies, was Alles für das Gedeihen der auf ihr wachsenden Pflanzen von Bedeutung ist.

Weiter liegen von Vogel Versuche vor über den Einfluss von allerlei Stoffen auf die Keimung der Samen, wobei er die interessante Thatsache constatirte, dass nicht nur gelöste Substanzen darauf schädlich einwirken, sondern auch in Wasser unlösliche Verbindungen, welche also offenbar durch die Keimung in lösliche schädliche Stoffe übergeführt werden müssen. — Er bestimmte die Menge der beim Keimen der Samen sich entwickelnden Säure, und ermittelte, dass der Fettgehalt derselben dabei nicht abnimmt; auch bestätigte

er die Verschiedenheit der Zusammensetzung der Asche aus den einzelnen Theilen der Pflanze.

Ferner prüfte er die Grösse der Wasserverdunstung verschiedener Vegetationsdecken mittelst des Klinkerfuess'schen Hygrometers, wobei sich ergab, dass dieselbe auf besätem Boden bedeutend grösser ist als auf unbebautem Lande und dass auf die Menge des verdunstenden Wassers die Natur der Pflanzenart von wesentlichem Einflusse ist.

Längere Zeit beschäftigte er sich mit Versuchen über den Einfluss der Vegetabilien auf die Atmosphäre, indem er die Quantität der von der Pflanze aufgenommenen und abgegebenen Kohlensäure bestimmte; die Resultate entsprachen wohl kaum der aufgewendeten grossen Mühe, denn er fand im Wesentlichen nur die schon vorher bekannte Thatsache, dass die Pflanze mehr Kohlensäure aufnimmt als abgiebt.

Von seinen übrigen Arbeiten, welche sich nicht auf das Pflanzenleben beziehen, verdienen Erwähnung: seine Beiträge zur chemischen Kenntniss des Pepsins und Chondrins, die über die Reaktionen des Chinins, die Beobachtungen über Torfverkohlung bei verschiedenen Temperaturen, die über das Verhalten der Milch zur Labflüssigkeit, über den Gehalt des Tabakrauchs an Schwefelwasserstoff und Blausäure, über den reichlichen Oelgehalt der Mehlwürmer, über die näheren Vorgänge bei der Zersetzung der salpetersauren Salze durch Kohle, über das Bleisesquiphosphat (mit Reischauer). Er gab auch eine Methode der Darstellung des Eisenoxydes aus oxalsaurem Eisen an, welches als feinstes Polirroth zum Schleifen von Gläsern für optische Instrumente allgemeine und höchst nutzbare Anwendung gefunden hat. Eine grössere Abhandlung schrieb er endlich zur chemischen Kenntniss der Seide, besonders des in ihr enthaltenen Fibroins; er wiederholte die schon früher von Mulder ausgeführte Elementaranalyse des Fibroins und verfolgte die bei Einwirkung von Salpetersäure auf diesen Stoff entstehenden Produkte.

Die vielfachen Beschäftigungen mit der Chemie der Pflanze sowie auch die unbegrenzte Verehrung für Liebig führten Vogel zu seinen Bestrebungen für die Landwirthschaft, indem er in vielen Schriften, namentlich die Liebigschen Lehren verständlich zu machen und zu verbreiten suchte, wodurch er sich mannigfache Verdienste erworben hat.

Auch für die Anwendung der Lehren der Chemie in der Technik hatte er Interesse. Er schrieb Vieles darüber und nahm vor Allem lebhaften Antheil an der nützlichen Thätigkeit des hiesigen polytechnischen Vereins, zu dessen ältesten Freunden er gehörte und in dem er in früherenJahren durch Vorträge, Anregungen und Gutachten fruchtbringend wirkte.

Es erschien ihm ausserdem als eine dankenswerthe Aufgabe, naturwissenschaftliche Kenntnisse in angemessener Form in weitere Kreise zu verbreiten, und so entstanden von ihm zahlreiche Aufsätze in öffentlichen Blättern und Zeitschriften, womit er manches Gute stiftete.

In dieser Weise war Vogel unablässig thätig und suchte zu nützen, so weit es in seinen Kräften stand. Er war ein liebenswürdiger College, von humaner Gesinnung, und stillem freundlichen Wesen, der mit Allen in Frieden zu leben trachtete. Durch Thiersch's Einfluss war er begeistert für die klassische Literatur des Alterthums, und durch Schelling und Schubert für eine philosophische Naturauffassung, wobei er jedoch jeder Spekulation fern blieb.

Im Juni 1889 begieng er in Rosenheim, woselbst er gerne bei einem seiner Söhne verweilte, in aller Stille und Zurückgezogenheit sein 50jähriges Doktorjubiläum. Es war seine letzte Lebensfreude; denn wenige Wochen darauf starb er, nachdem er schon seit einigen Jahren gekränkelt hatte, in Rosenheim im 73. Lebensjahre. Seine Freunde werden ihn in gutem Andenken behalten. [1])

---

1) Die in Poggendorff's biographisch-literarischem Handwörterbuch über Vogel's Arbeiten gemachte Bemerkung ist nach sicheren Erkundigungen gänzlich unbegründet.

Karl Emil von Schafhäutl.

Am 25. Februar dieses Jahres schied das nach der Zeit der Aufnahme in die Akademie älteste einheimische Mitglied unserer Corporation, Dr. Karl Emil v. Schafhäutl. Er war ein ungewöhnlich begabter und intelligenter Mann von vielseitigen Kenntnissen und Fertigkeiten, eine ganz eigenartige selbständige Natur, die sich unabhängig von jeglicher Schule nur durch eigene Kraft entwickelt hatte. In Folge davon besass er die Tugenden, aber auch manche Fehler des Autodidakten, welche letzteren sich bei mangelnder Schulung wegen der Fülle der in der Naturwissenschaft angesammelten Thatsachen und Erkenntnisse trotz aller Originalität und allen Talentes immer weniger vermeiden lassen. Nichtsdestoweniger hat sich Schafhäutl nicht nur um die Wissenschaft viele Verdienste erworben, sondern auch namentlich in der Kunst und in der Technik eine höchst fruchtbringende Thätigkeit entfaltet.

Sein Lebenslauf bietet viel des Interessanten und Besonderen dar.

Schafhäutl wurde am 16. Februar 1803 zu Ingolstadt als der Sohn eines bayerischen Stabschirurgen und Arztes geboren. Er behauptete, sein eigentlicher Familienname wäre Schafhäutli und er leitete denselben (siehe Schmeller Bd. II. S. 377) von dem alemannischen Worte Tschaffyttle d. i. Zwergohreule ab. Nach dem frühzeitigen Tode des Vaters brachte die Mutter, welche auch bald darauf starb, den aufgeweckten Knaben in das Studienseminar zu Neuburg an der Donau (1813). Schon sehr frühe zeigte sich, was aus ihm werden sollte. Von der ersten Jugend an besass er eine leidenschaftliche Liebe und ein ausgesprochenes Talent für die Musik; diese Neigung wurde in dem Seminar durch den als Komponisten bekannt gewordenen Professor Eisenhofer, sowie durch den Umgang mit seinem Schulkameraden Franz Lachner, dem späteren berühmten Generalmusikdirektor, genährt. Die

Zöglinge bildeten ein Orchester, das in der Kirche bei feierlichen Gottesdiensten die Musik übernahm, wobei er eifrig mitwirkte.

Schon damals gab er sich mit Gedanken über das Wesen des musikalischen Tons und über den Bau der musikalichen Instrumente ab. Ausser der Musik zogen den merkwürdigen Knaben auch die Naturwissenschaften an. Er hatte sich im Alter von 11 Jahren eine Elektrisirmaschine gebaut und seine Freistunden mit chemischen Experimenten ausgefüllt; als 16 Jähriger machte er Untersuchungen über fulminirende Präparate, welche 4 Jahre später die erste wissenschaftliche Arbeit Liebig's bildeten, und fand schon, dass die knallende Eigenschaft dieser Verbindungen von einem eigenen stickstoffhaltigen Körper, der die Eigenschaften einer Säure zeigt, komme. Ausserdem befasste er sich noch mit der schönen Literatur; noch nicht ganz 15 Jahre alt verfasste er sein erstes Schriftchen für die Jugend, in Christoph Schmid's Manier, unter dem Titel: „Der Alte von den Bergen," das er, ohne es niederzuschreiben, einer Wette zufolge, selbst setzte und druckte und das 10 Auflagen erlebte.

Er trat im Jahre 1816 aus der Anstalt zu Neuburg aus und scheint überhaupt das Gymnasium nicht absolvirt zu haben. Er war darnach in Ingolstadt und dann an der Landshuter Universität, in deren Matrikelbuche er jedoch nicht eingezeichnet ist. Er war offenbar Pharmazeut mit der kleinen Matrikel und trieb neben philosophischen Studien viel mineralogische Chemie bei Fuchs und setzte die am Gymnasium begonnenen naturwissenschaftlichen Versuche für sich eifrig fort. Im Anschluss an seine früheren Experimente mit explodirenden Stoffen studirte er, 17 Jahre alt, die Natur des Wasserdampfes und construirte ein Instrument, in welchem Wasser, durch Einspritzen in ein glühendes Gefäss plötzlich in Wasserdampf verwandelt, eine Kugel aus einem Laufe fortschleuderte, ein Prinzip das 12 Jahre

später Perkins in seiner Dampfflinte verwerthete; auch als er einen Wassertropfen unmittelbar hinter der Kugel durch explodirende Stoffe in Dampf verwandelte, gelang es ihm die Kugel mit grosser Kraft fortzuschleudern, Versuche, von welchen Prof. Mayer in Göttingen, der damals durch Ingolstadt kam und ihn kennen lernte, Mittheilung machte. Er erwarb sich auch tüchtige Kenntnisse in der praktischen Mechanik unter Leitung eines geschickten Uhrmachers in Landshut, und gab sich fortgesetzt mit der Verfertigung physikalischer Instrumente ab, namentlich schliff und verfertigte er selbst (1820) ein Newtonianisches Spiegeltelescop mit einem Spiegel von 3 Zoll Durchmesser, welcher Doppelsterne z. B. den im Fusse der Andromeda mit grosser Schärfe zeigte. Auch als Student fand er noch die Zeit sein Talent für Musik weiter auszubilden und sich mit der schönen Literatur vertraut zu machen und auch seine eigenen Versuche in letzterer fortzusetzen; er schrieb (1821) ein weiteres Jugendschriftchen: „Die Wallfahrt nach Jerusalem" ferner „Vater Noahs Haarbeutel," eine Posse in 1 Akt, dann ein metrisches Trauerspiel mit Chören, Klotilde betitelt, später noch (1833) den „Sieg des Kreuzes" für den katholischen Bücherverein; auch gab er eine Zeitschrift für die Jugend unter dem Titel „Wingolf" heraus.

Am Ende des Jahres 1827 finden wir den jungen Schafhäutl, nachdem er von der Universität abgegangen war, in München wieder, wo er eine Anstellung als Skriptor an der Universitätsbibliothek erhalten hatte. Die Pflege der Musik, die seine ganze Seele erfüllte, war es, welche ihn nach München gelockt.

In der That scheint er sich zu dieser Zeit fast ausschliesslich mit der Tonkunst abgegeben zu haben. Zunächst trat er als Musikkritiker in der Leipziger musikalischen Zeitung und in der Eos auf; dann führten ihn seine Studien der Violine und des Klaviers sowie der Theorie der Satz-

kunst zu Forschungen auf dem Gebiete der physikalischen Akustik. Er stellte Untersuchungen an über das Spiel und die Theorie der Aeolsharfe (1831), besonders aber über die Ursachen des Tons, welche er in drei Abhandlungen (1831 bis 1834) niederlegte. Er kam darin zu der eigenthümlichen Vorstellung, dass das Tönende stets ein fester Körper sei wie z. B. der Resonanzboden einer Violine und eines Klaviers oder das Holz und Metall der Blasinstrumente; das Wesen des Tons ist nach ihm nicht durch Schwingungen der Saite oder der Luftsäule bedingt, welche nur die nächsten Ursachen des Tons seien und die Intensität desselben bestimmen sollen. Diese Vorstellungen haben sich bekanntlich als nicht richtig erwiesen; Schafhäutl hat dazu nur kommen können, da er die Thatsachen der Schallleitung und der Resonanz nicht vollkommen beherrschte. Alle seine Veröffentlichungen dieser Zeit geschahen noch unter dem Pseudonym Karl Emil Pellisov (pellis ovis).

Einen bestimmenden Einfluss auf sein ferneres Geschick hatte die Bekanntschaft mit Theobald Böhm, einem Mann von ähnlichen Anlagen wie Schafhäutl. Böhm war ein sehr geschickter Silberarbeiter, ein mechanisches Talent und ein Virtuos auf der Flöte. Das Zusammenleben der beiden unzertrennlichen Freunde führte zu der Herstellung der neuen Böhm'schen Flöte und auch zu einer Verbesserung des Pianofortes, welche letztere Erfindung sie nutzbar zu machen suchten; aber zwei treulose Arbeiter giengen mit den Modellen nach London und nahmen dort ein Patent auf ihre angebliche Erfindung, so dass der dortige Pianofortefabrikant, mit welchem Böhm in Verbindung getreten war, in einen fatalen Prozess verwickelt wurde. Schafhäutl reiste (1834) mit Böhm nach London und sie hatten das Glück den Prozess zu gewinnen. Böhm, der schon vorher in England war und durch sein wunderbares Flötenspiel grosses Aufsehen erregt hatte und in weiten Kreisen bekannt geworden war,

hatte seinem Freunde die grossartigen Verhältnisse in England, namentlich die technischen, in glänzenden Farben geschildert und in ihm die Sehnsucht nach diesem gelobten Lande der Technik erweckt; durch Böhm's Einfluss kam er nun in die grössten metallurgischen Fabriken Englands, auch in die gewaltigen Gussstahlfabriken zu Cheffield. Daraus entwickelte sich jetzt eine der wichtigsten Episoden von Schafhäutls Thätigkeit.

Man hatte nämlich bis dahin zur Herstellung des berühmten englischen Gussstahls nur aus Magnet- und Spatheisensteinen erhaltene Stabeisensorten angewendet, welche man in den grössten Mengen aus Schweden und Russland einführte, da man es für unmöglich hielt, aus englischem, aus Thoneisenstein mittelst Steinkohlen erblasenem Eisen guten Stahl zu machen. Schafhäutl machte in dem von ihm (1834) zu Swansea errichteten chemischen Laboratorium Analysen der verschiedenen Eisensorten, namentlich der schwedischen und russischen, und suchte darnach darzuthun, dass die verschiedenen Eigenschaften des Eisens, als Gusseisen, Schmiedeeisen und Stahl, wesentlich von der chemischen Zusammensetzung abhängen. Er hatte nämlich im Eisen einen Gehalt an Stickstoff neben dem von Phosphor, Schwefel und Arsen entdeckt und glaubte wichtige Eigenschaften des Eisens von diesen Nebenbestandtheilen ableiten zu dürfen; in dieser Weise erklärte er gewisse Eigenthümlichkeiten besonderer Sorten von Stahl bedingt durch einen wenn auch kleinen Gehalt an Stickstoff und Arsen, was allerdings später durch sorgfältige Untersuchungen sich als nicht richtig erwies. In diesem Sinne verdanken nach Schafhäutl die schwedischen und russischen Eisensorten ihre Verwendbarkeit zur Stahlfabrikation nicht ihrer besonderen Reinheit, wie man geglaubt hatte, sondern ihrer Legirung mit anderen Stoffen; bei Anwendung von englischem mittelst Steinkohlen hergestelltem Stabeisen würden nach seiner Ansicht durch dessen Schwefelgehalt auch Kieselerde und Thonerde zu Si-

licium und Aluminium reduzirt, die sich mit dem Eisen verbinden und so die Herstellung guten Stahls vereiteln sollen.

Er suchte nun weiter die nach seiner Anschauung schädlichen Bestandtheile bei der Herstellung des schmiedbaren Eisens durch den Puddlingsprocess zu beseitigen und durch solche Mittel hauptsächlich dem gewöhnlichen englischen Steinkohleneisen alle Eigenschaften des schwedischen und russischen mitzutheilen, welche diese zur Stahlfabrikation so geschickt machen.

Er benützte zu diesem Zwecke ein Geheimmittel, das sogenannte Schafhäutl'sche Pulver, als Zuschlag während der Puddelarbeit; dieses Pulver besteht aus 67% Kochsalz, 24% Braunstein und 9% gut gereinigtem Töpferthon. Dasselbe wurde meist mit günstigem Erfolg in Anwendung gebracht und wird selbst jetzt noch vielfach benützt. Wenn auch über die Wirkungsweise dieses Mittels unter den Eisenhüttentechnikern sehr verschiedene Ansichten bestehen, so viel scheint festzustehen, dass sein Einfluss wesentlich in der Bildung einer durch Mangan und Natron leichter schmelzbar gemachten Schlacke besteht; bei den bayerischen Hüttenwerken war der Erfolg meist ein günstiger, jedoch hatte der Zuschlag auch ohne Beimengung von Thon die gleiche Wirksamkeit.

Der Fabrikherr, unter dessen Auspizien Böhm und Schafhäutl ihre Versuche anstellten, nahm (1835) ein Patent auf den neuen Process, und Letzterer errichtete zwischen Birmingham und Dudley ein Eisenwerk mit 10 Puddlingsöfen, welches sich ganz mit der Bereitung von Stahl aus englischem Eisen abgab, und leitete das Werk selbst zwei Jahre lang; der daraus bereitete Stahl kam dem besten englischen Stahl gleich.

Um ein gleichförmiges Stabeisen zu erzeugen, erfand er an Stelle der bis dahin üblichen Kratzarbeit mit der Hand eine Maschine, welche durch Dampf getrieben, alle die zusammengesetzten Bewegungen und Arbeiten des Puddlers beim Puddeln des Stabeisens selbst ausführte und in gleicher Zeit viel mehr Eisen liefern solle. Er suchte durch dieselbe

den Puddelprocess möglichst ähnlich dem Handfrischen einzurichten, eine zu feine Vertheilung der Eisentheilchen zu verhüten und eine dem Gang des Processes entsprechende Temperatur zu erzielen.

Diese von ihm erfundene mechanische Vorrichtung, welche 1836 in England patentirt wurde und in der Tividale-Eisenhütte bei Dudley in Betrieb war, erforderte jedoch eine besondere Betriebskraft für jeden Puddelofen und fand, weil zu kostspielig, wenig Anwendung. Desshalb gieng Schafhäutl zur Errichtung von Puddlingsöfen mit einfachem Fassungsraum über; doch blieben auch bei dieser Einrichtung Nachtheile und Schwierigkeiten zu überwinden, welche veranlassten, dass er bald wieder von der Benützung dieser Vorrichtung Abstand nahm; erst in neuerer Zeit ist man wieder auf ähnliche, aber einfachere Apparate zurückgekommen.

Nachdem er so die Fabrikation dieses Stabeisens in England begründet hatte, gieng er (1837) nach Frankreich, führte dort auf den bedeutendsten Werken (in Terre noire, Creuzot, Alais) das Schlackenfrischen mit seinem neu erfundenen Ofen ein und setzte seine Analysen der französischen Eisensorten fort, wozu er zu Alais bei Nismes ein Laboratorium errichtete, in dem er fast ein ganzes Jahr lang thätig war.

Nach seiner Zurückkunft nach England theilte er unter grossem Beifall vor der Naturforscher-Versammlung zu Birmingham (1839) unter Graham's Vorsitz seine Beobachtungen und Analysen über Eisen und Stahl mit, wobei er eine Methode der Bestimmung des Stickstoffs mittelst Aetzkali und Kalk angab, welche ähnlich der später von Will-Varrentrapp geübten war.

Er beschäftigte sich dann mit der Dampferzeugung und mit Versuchen über die Ursachen der Dampfkesselexplosionen. Er suchte darzuthun, dass dieselben nicht von einer Ueberladung der Kessel mit Dampf oder von einer Erzeugung von Wasserstoffgas und Anderem herrühren, sondern vielmehr von dem Stoss einer sich plötzlich entwickelnden Dampfmasse

in Folge von glühend gewordenen Metallflächen. Es ist ein Verdienst von Schafhäutl auf diesen Fall nachdrücklich aufmerksam gemacht zu haben; wir wissen jetzt, dass die plötzliche Dampfentwicklung zwar eine der Ursachen des Zerspringens der Kessel sein kann und früher auch häufiger war, dass es aber noch andere Momente dafür giebt. In Folge seiner Vorstellungen führte er ein besonderes Ventil am Boden des Kessels ein, das man heut' zu Tage durch andere Mittel ersetzt hat. Schafhäutl erhielt damals für seine Abhandlungen über die Ursachen der Dampfkesselexplosionen die silberne Telford-Medaille.

Armstrong hat, wie bekannt ist, zuerst die Entwicklung von Elektrizität beim Ausströmen des Dampfes aus der Lokomotive bemerkt, und nachgewiesen, dass dieselbe durch die Reibung des Dampfes an dem Ausströmungsrohr bedingt ist. Nach Schafhäutl's Untersuchungen ruft weder die Verdunstung von Wasser noch die Verdichtung von Wasserdampf elektrische Erscheinungen hervor.

Er vollendete in England noch eine Anzahl werthvoller chemisch-mineralogischer Arbeiten; er wies Arsenik ausser im Eisen auch in Arzneipräparaten und menschlichen Gebeinen nach; bei Gelegenheit seiner geologischen Erforschung der berühmtesten Steinkohlen- und Anthrazitlager und seiner Versuche über die Zusammensetzung und Heizkraft der englischen Steinkohlen machte er Beobachtungen über die Entstehung der verschiedenen Sorten von Anthrazit und über die chemische Bedeutung ihres Aschegehaltes; auch entdeckte er während seines Aufenthaltes in den grossen Kupferhütten zu Swensea in Süd-Walis eine neue Verbindung von Schwefelsäure und arseniger Säure.

In England erwarb sich Schafhäutl auch den Doktorgrad; zuerst wurde er (1835) zu Dublin zum Doktor der Philosophie promovirt und später (1838) zum Doktor der Medizin auf Grund einer Dissertation: *de rabie canina, ejus*

origine et cura, in der er Experimente beschrieb, bei denen es ihm nach seiner Ueberzeugung geglückt war von drei in hohem Grade wasserscheuen Hunden zwei vollkommen wieder herzustellen, indem er sie durch Einathmen eines Gemenges von Kohlensäure und Kohlenoxydgas in heftige Athemnoth versetzte.

Wie sehr man Schafhäutl in England schätzen lernte, beweist, dass er noch lange Zeit mit vielen der vorzüglichsten Gelehrten und Techniker dieses Landes in lebhaftem Verkehre blieb. Welchen pekuniären Vortheil er aus seinen Erfindungen daselbst gezogen, weiss ich nicht; es scheint aber nicht viel gewesen zu sein, denn er war während einiger Zeit genöthiget, um sich seinen Lebensunterhalt zu verdienen, die Stelle als Hilfslehrer in einem Knabeninstitute anzunehmen.

Nachdem Schafhäutl in solcher Weise thätig acht Jahre in der Fremde zugebracht hatte, kehrte er (1841) in seine Heimath und zwar nach München zurück. Der in Physik, Chemie und anderen Zweigen des menschlichen Wissens bewanderte Gelehrte erregte alsbald auch hier die Aufmerksamkeit, namentlich die des vortrefflichen Fuchs, der ihn in jeder Weise zu fördern suchte und in sein Laboratorium aufnahm. Durch Böhm's Einfluss erhielt er für Ueberlassung der verbesserten Puddlingsmethode an die bayerischen Staatshüttenwerke eine 20 Jahre dauernde jährliche Rente von 1600 fl. Auf den Vorschlag von Fuchs, in welchem er als in gleich hohem Grade ausgezeichnet durch Talent und Kenntnisse geschildert wird, wurde er 1842 zum ausserordentlichen Mitgliede der Akademie gewählt; drei Jahre darnach (1845) beförderte ihn nach damaliger Gepflogenheit König Ludwig I. zum ordentlichen Mitgliede. Im Jahre 1843 erhielt er die Anstellung zum ausserordentlichen Professor an der staatswirthschaftlichen Fakultät der Universität, und ein Jahr darauf (1844) wurde er zum ordentlichen Professor für Geognosie, Bergbaukunst und Hüttenkunde ernannt, über

welche Fächer er als Erster an unserer Universität Vorlesungen hielt. Zum Vertreter der Geognosie schien er besonders geeignet zu sein durch seine tüchtigen chemischen und mineralogischen Kenntnisse, zum Vertreter der Bergbaukunst und Hüttenkunde durch seine langjährige Praxis in diesen Fächern; es hat in der That damals wohl keinen Hüttenmann gegeben, der so vertraut war wie er mit den Eigenschaften und den Produktionsmethoden des Eisens. Im Jahre 1848 erfolgte seine Ernennung zum Conservator der geognostischen Sammlung des Generalconservatoriums, durch deren Begründung er sich erhebliche Verdienste erworben hat.

Nach seiner Rückkehr nach Bayern und seiner Anstellung als Professor der Geognosie nahmen seine wissenschaftliche Thätigkeit zunächst Fragen dieses Gebietes in Anspruch. Er unternahm alsbald die chemische Analyse von Mineralien und Gebirgsarten, namentlich der oberbayerischen Kohle, dann des Fuchsits, eines chromhaltigen Glimmers, einer Reihe von glimmerähnlichen Mineralien, unter welchen er einen Natronglimmer (Paragonit) entdeckte, ferner des Stink-Flussspaths von Wölsendorf, dessen eigenthümlichen Geruch er von einem Gehalt an Chlorcalcium ableitete, des Nephrits, des Porzellanspaths, in dem er einen Chlorgehalt nachwies, des Thonsteins, des dolomitischen Salzthons von Berchtesgaden, des Meteorsteins von Schöneberg und der Porzellanthonerde von Passau.

Noch in England hatte er ein Photometer zur Vergleichung der Lichtstärke der gewöhnlichen Gasflammen mit der Flamme des Budelichtes construirt, da die bisher angewendeten Instrumente hier keine Dienste mehr leisteten. Sein Verfahren ist ein höchst originelles. Er maass die Dauer der Nachbilder auf der Netzhaut und nahm an, dass dieselbe der Intensität des Lichtreizes proportional ist. Er brachte zu dem Zwecke an einer schwingenden Stahlfeder eine mit einem Ausschnitte versehene Metallscheibe an, hinter welcher die

Lichtquelle sich befand. Bei jeder Schwingung der Feder erhält das Auge durch den Ausschnitt einen Lichteindruck, und nun gab er der Feder durch Aenderung ihrer Länge eine solche Schwingungsdauer, dass die Andauer des Nachbildes gerade so gross war d. h. dass das Auge eine constante Lichterscheinung wahrnimmt. So schön der Gedanke auch ist, so hat doch Schafhäutl nichts gethan, um nachzuweisen, ob seine Messungen Zutrauen verdienen, denn er hat über die Empfindlichkeit seines Instrumentes keine Beobachtungen gemacht, auch nichts darüber angegeben, ob die einzelnen Messungen übereinstimmende Resultate ergeben und ob die Andauer der Erregung proportional dem Lichtreiz ist.

Weiterhin beschrieb Schafhäutl ein zur Vergleichung der Intensität zweier Schallquellen dienendes Instrument. Er verschaffte sich einen Schall, dessen Intensität er verändern und bestimmen konnte, indem er Kugeln von verschiedenem Gewicht auf eine Glasplatte von verschiedener Höhe herabfallen liess, und nahm an, dass die Schallstärken proportional sind dem Gewichte der Kugel und der Wurzel aus der Fallhöhe d. i. der einfachen Geschwindigkeit des fallenden Körpers. Um nun mit dieser Schallquelle von bekannter Stärke eine andere zu vergleichen, hat das Ohr zu beurtheilen, wann der letztere Schall durch den ersteren, dessen Stärke er durch Gewicht und Fallhöhe änderte, eben verdeckt wird. Auch hier fehlen Versuche über die Genauigkeit der Angaben des Instrumentes und er bringt keine Beobachtungen darüber, ob die Schallintensität durch das Gewicht und die Wurzel aus der Fallhöhe gemessen werden kann, was allerdings von Vierordt gegenüber einer anderen Angabe von Fechner bestätiget worden ist. — Es ist auch noch der aräometrische Heber oder die Aräometerpipette Schafhäutl's zu erwähnen.

Auf geologischem Gebiete erwarb sich Schafhäutl unbestreitbare Verdienste durch seine eingehenden Untersuchungen der bayerischen Alpen und durch die Beschreibung

zahlreicher von ihm in denselben aufgefundenen Versteinerungen. Doch gieng er bei der Deutung seiner Beobachtungen zu sehr von dem einseitig theoretischen Standpunkt der damals durch N. v. Fuchs hauptsächlich vertretenen neptunistischen Theorie aus, welche er in seiner geologischen Erstlingsschrift: „Die Geologie in ihrem Verhältnisse zu den übrigen Naturwissenschaften" (Festrede der öffentlichen Sitzung der k. b. Akademie der Wissenschaften 1843) weiter zu erörtern und fester zu begründen versuchte. Es ist dies sein geologisches Glaubensbekenntniss, an welchem er in seinem ganzen Leben unentwegt festhielt. In dieser Schrift zog er mit scharfer, oft nicht leidenschaftsloser Kritik gegen den damals herrschenden, allerdings ins Extrem getriebenen Plutonismus zu Feld, ohne das, was durch die gewissenhaftesten Forschungen Anderer im plutonistischen Sinne festgestellt war, gebührend zu berücksichtigen. Er verwarf nicht blos die Annahme eines feuerflüssigen Zustandes des Erdinnern, sondern glaubte auch alle warmen Quellen, Vulkane und Erdbeben von einem ununterbrochenen Spiel chemischer Kräfte in der Erdtiefe ableiten zu dürfen. Er leugnete eine Zunahme der Wärme gegen die Tiefe der Erdrinde und den Vulkanismus als ein Produkt eines Centralfeuers. Sehr bemerkenswerth sind seine Erörterungen über die Entstehung der Gebirge; Schafhäutl widerspricht in dieser Richtung der Annahme, dass dieselben durch Erhebung aus der Tiefe gebildet worden seien unter Berufung auf die Ansichten von Prevost. Die Gebirge seien vielmehr durch Einsinken gewisser Theile der Erdkruste in Folge allmählichen Zusammenziehens des vertrocknenden und krystallisirenden breiigen Erdkerns entstanden, wobei zugleich ein breiiger Teig, der als Granit erstarrte, empor gepresst worden sei. Dass L. von Buch's Dolomitisationstheorie und die Metamorphose auf feurigem Wege auf's heftigste bekämpft werden, ist nach dem chemischen Standpunkt Schafhäutl's selbstverständlich. Diesen Standpunkt,

den Schafhäutl in Bezug auf die geologische Wissenschaft einnahm, hat derselbe in einer zweiten, späteren Schrift wiederholt ausgesprochen (Gelehrte Anzeigen der k. b. Akademie der Wissenschaften 1845). Er erklärt die Geologie nur als einen Zweig der angewandten Mineralogie gelten lassen zu können; sie dürfe ihre Hypothesen nur auf chemische Experimente und auf Beobachtungen stützen. Er wendet sich wiederholt gegen die Dolomitbildung durch den Einfluss von schwarzem Porphyr und gegen die Entstehung krystallinischer Kieselmassen, namentlich des Granites, auf feurigem Wege.

Diese theoretischen Anschauungen Schafhäutl's verdienen in den Vordergrund seiner geologischen Thätigkeit gestellt zu werden, weil dieselben sich in allen seinen praktischen geologischen Arbeiten wiederspiegeln und ausschliesslich die Schlussfolgerungen beherrschen, die er aus den Beobachtungen in der Natur und der Untersuchung der Gesteine in chemischer Beziehung in allzu sicherem Gefühle der Unfehlbarkeit seiner eigenen, von allen anderen Forschungen unabhängigen, selbständigen Anschauungen ziehen zu dürfen glaubte. Es ist dies offenbar ebenfalls eine Folge des Mangels einer guten Schulung und der allzu frühen autodidaktischen Beschäftigung mit wissenschaftlichen Arbeiten.

Als erste grössere speziell geologische Untersuchung wählte sich Schafhäutl das Studium der vulkanischen Erscheinungen am Vesuv (Münchener Gelehrte Anzeigen 1843), Der hierüber erstattete sehr ausführliche Bericht erklärt die Explosionen des Eruptionskraters als eine Folge der Berührung des auf die flüssige Lava fallenden Wassers und verlegt den Herd dieses Phänomens auf kaum 300 Fuss unter dem jetzigen Kraterniveau, nicht etwa in die Tiefe einer 18 Meilen dicken Erdkruste wie die Plutonisten anzunehmen geneigt seien. Den vulkanischen Prozess selbst erklärt er ebensogut und vielleicht gleichzeitig mit der Wirkung der Zersetzung angehäufter organischer Stoffe durch Oxydationsprozesse von

Nestern unverbrannter Metalloide in der Erdkruste, zu welchen auf in Folge einer Zusammenschrumpfung entstandenen Rissen Wasser Zutritt gefunden hätte.

Es folgten dann eingehende Untersuchungen über die geognostischen Verhältnisse der bayerischen Alpen. Ein erster Bericht hierüber beschäftigt sich mit den merkwürdigen, hier so weit verbreiteten Versteinerungen, den sogenannten Nummuliten. Indem er chemische Aetzmittel zur Klarlegung der inneren Struktur dieser bis dahin problematischen Körper in Anwendung brachte, bahnte er für die Untersuchung derartiger Versteinerungen neue Wege und lehrte bessere Hilfsmittel zur Unterscheidung der einzelnen Arten kennen als allen seinen Vorgängern zu Gebote standen. Jedoch war er bei deren Artenunterscheidung und ihrer Bezeichnung weniger glücklich, weil er dabei die in der Wissenschaft üblichen Regeln ganz ausser Acht liess und bereits eingebürgerte Namen so vollständig ignorirte, dass von allen den von ihm aufgestellten neuen Arten kaum eine für die Dauer Geltung erlangte.

In demselben Jahre (1846) publicirte Schafhäutl eine weitere Abhandlung: „Beiträge zur näheren Kenntniss der bayerischen Voralpen.“ In der dieser an interessanten und wichtigen Untersuchungsresultaten reichen Abhandlung beigegebenen geognostischen Karte unterscheidet er neun verschiedene parallel verlaufende Zonen, welche die sämmtlichen, die bayerischen Alpen der Länge nach durchziehenden Schichtensysteme von der Molasse bis zu dem sogenannten Alpenkalk umfassten. Da er bei der Bestimmung der zahlreichen von ihm aufgefundenen Versteinerungen nach blos oberflächlicher Formähnlichkeit die Arten ohne Rücksicht auf die Lagerung unterschied, kam er zu dem von allen bisherigen Wahrnehmungen abweichenden Ergebnisse, dass in den Schichten der Alpengesteine die sonst verschiedenen Formationen zugeschriebenen Spezies von Versteinerungen mit einander

vermengt vorkämen und daher nicht zur genauen Gliederung und Altersbestimmung benützt werden dürften. Es wurde desshalb dieser Schilderung der geologischen Verhältnisse der bayerischen Alpen von der gelehrten Welt wenig Zutrauen geschenkt. Bezüglich der Bildung des Hochgebirgs beruft er sich, im Widerspruch mit der damals herrschenden Gebirgstheorie, merkwürdiger Weise auf die Erscheinung, welche man wahrnimmt, wenn man z. B. den Läufer von einer mit einer weichen zerriebenen Substanz überzogenen Platte abhebt, wobei eigenthümliche runzelige Erhabenheiten der weichen Masse entstehen.

Es folgte nun in den nächsten Jahren eine Reihe geologischer Aufsätze über denselben Gegenstand, deren Gesammtresultate Schafhäutl in dem grösseren Werke: „Geognostische Untersuchungen des südlichen Alpengebirges" zusammengefasst hat. Er stellte als Hauptergebnisse seiner in dieser Schrift niedergelegten Forschungen die Sätze auf, dass die charakteristischen Petrefakten des Lias, sowie des oberen, mittleren und unteren Jura oft in ein und derselben Schicht sich vorfänden, dann dass die einzelnen Systeme der Schichtenreihen sich mehrmals wiederholten und endlich dass im bayerischen Gebirge die sogenannten Flyschgesteine da, wo die Schichten ungestört geblieben sind, immer auf die Grünsandsteinbildung folgen und sich an den Jura anschliessen, während die Grünsandsteinbildung sich an die Molasse anlehne. Ein Blick auf die zu S. 138 gehörige Uebersichtstabelle der sämmtlichen in den bayerischen Alpen unterschiedenen Schichtengruppen zeigt, dass hier das Verschiedenartigste in Folge irriger Artenbestimmung und zu weit gehender Berücksichtigung der physikalisch-chemischen Gesteinsbeschaffenheit in eine Reihe zusammengeworfen und dann wieder unmittelbar Zusammengehöriges weit auseinander gerissen worden ist. Es blieb daher dieser Arbeit von Seiten der Wiener Geologen eine herbe Kritik nicht erspart.

Indessen setzte Schafhäutl seine Untersuchung der Alpen unentwegt und ohne auf die abweisende Kritik, die seine Arbeiten von allen Seiten erfuhren, zu achten weiter fort und sammelte ein sehr reiches Material, das er in einem grossartig angelegten Werke: „Südbayerns Lethaea geognostica" (1863) weiter verarbeitet zur allgemeinen Kenntniss brachte. Leider vermisst man auch in dieser Schrift eine kritische Bestimmung der Versteinerungen und eine vorurtheilsfreie Beurtheilung der Lagerungsverhältnisse. Schafhäutl behauptet darin unter Anderem: „Wir haben Nummuliten und Orbitoiden, Bimulticaveen, Inoceramen, Belemniten in gewaltigen grünen Schichtengebilden. Sie stehen mit jurassischen Mergeln, welche den Ammonites polygyratus enthalten, andererseits mit unseren Lias-Amaltheenmergeln durch das ganze Gebirge in so inniger Verbindung, dass eine geologische Grenze, ohne der Natur die Gewalt des Systemes anzulegen, nicht gezogen werden kann." Auf den gleichen Anschauungen beruht auch seine Zuweisung des weissen Zugspitzkalkes zum Jura, der allgemein als ein Triasglied angesehen wird. Schafhäutl's Standpunkt, den er hier wiederholt zu vertheidigen sucht, erweist sich so gänzlich verschieden von demjenigen, welchen die hervorragendsten Alpengeologen, namentlich der Wiener Schule, einnehmen, dass ein Vergleich der beiderseits erzielten Ergebnisse selbst nicht einmal annäherungsweise durchzuführen ist. Der grösste Theil von Schafhäutl's Mittheilungen — abgesehen von einzelnen Beschreibungen von Petrefakten — erweist sich desshalb geradezu als unbenützbar und für die Wissenschaft verloren.

Was Schafhäutl nach der Publikation dieses umfangreichen Werkes noch weiter auf dem Gebiete der Alpengeologie arbeitete, beschränkt sich auf einige Ergänzungen seiner früheren Beobachtungen, wobei er unveränderlich im Gegensatze zu der Ansicht der übrigen Geologen an seinen früheren Behauptungen festhielt.

Mit ausseralpinen geologischen Verhältnissen hat Schafhäutl sich nur sehr wenig befasst. Aus früherer Zeit (1849) stammt eine Abhandlung über die geologischen Verhältnisse des Rieskessels bei Nördlingen. Hier beschäftigte ihn hauptsächlich die Erforschung der Natur und der Entstehungsweise des sogenannten Trasses und der greraitischen Gesteine. Er leugnete die vulkanische Beschaffenheit des ersteren und leitete seinen Ursprung von einem wässerigen, gallertartigen Magma ab, das sich durch Austrocknung verfestigt habe, wobei das sich ausscheidende Wasser mit zur Entstehung eines Sees beigetragen hätte. Eine seiner letzten geologischen Arbeiten bezieht sich auf die Beschreibung einer neuen Art Koralle aus dem Kelheimer Marmorkalk.

Ueberblickt man die zahlreichen geologischen Arbeiten Schafhäutl's, so kann man sich eines Gefühls des Bedauerns nicht erwehren, dass ein so begabter und scharfsinniger Geist so völlig isolirte und für Andere ungangbare Wege wandelte, welche sonst zu für die Wissenschaft erspriesslichen Ergebnissen geführt hätten, so aber grossentheils verloren sind.

Durch die Berufsgeschäfte liess er sich jedoch nicht von der Beschäftigung mit der Musik abdrängen, ja er kehrte in seinem späteren Alter mit verstärkter Neigung zu dieser seiner Jugendliebe zurück. Zu den vorher genannten physikalisch-akustischen Arbeiten über das Wesen des Tons fügte er eine weitere experimentelle Untersuchung zur Beantwortung der Frage: „ist die Lehre vom Einfluss des Materials, aus dem das Blasinstrument verfertiget ist, auf den Ton desselben eine Fabel?“ Er sprach den Satz aus, dass das Material, aus welchem das Instrument hergestellt ist, von Einfluss auf die Höhe des Tones ist, da aus verschiedenem Material hergestellte, im Uebrigen völlig gleiche Orgelpfeifen nicht den gleich hohen Ton gaben. Es ist nachträglich schwer zu entscheiden, was diesen seltsamen Erfolg bewirkte, jedoch muss bemerkt

werden, dass von Schafhäutl nicht scharf genug die Höhe und die Klangfarbe des Tons getrennt wird, ja nicht selten die beiden Dinge mit einander vermengt werden. Wenn es ihm daher auch nicht gelungen ist die Lehre von der Akustik umzugestalten und seinen Vorstellungen Eingang zu verschaffen, so lieferte er doch für die damalige Zeit ganz beachtenswerthe Beiträge zur Akustik, die dadurch von Bedeutung sind, dass sie von einem geschulten, mit dem feinsten musikalischen Gehör begabten Musiker herrühren, welcher eine Fülle von praktischen Erfahrungen und von Ideen besass. Darum sind auch seine Abhandlungen über die Theorie der Musik, über die Geschichte der Musik und einzelner Musiker, vor Allem aber die über den Bau der Orgel und der Flöte, welche eine Umwälzung in dem Bau der Blasinstrumente hervorbrachten, von weit grösserer Bedeutung. Es ist nicht meine Aufgabe, die Verdienste Schafhäutl's in dieser Richtung zu würdigen. Seine Berichte über die musikalischen Instrumente auf den Industrieausstellungen, bei welchen er als bayerischer Kommissär wirkte, namentlich über die der Londoner und Münchener Ausstellung, sind mustergiltig und sind maassgebend für alle derartigen Zusammenstellungen geworden.

Schafhäutl war trotz seiner ungewöhnlichen geistigen Eigenschaften ein höchst bescheidener Gelehrter, ohne Falsch, ein Biedermann im besten Sinne des Wortes, von stets heiterem Gemüthe. Er war, was ich zur Vervollständigung seiner Charakteristik anfüge, ein frommer gläubiger Christ, der seinem katholischen Glauben getreu anhieng, jedoch frei von jedem Zelotismus blieb.

Den Sitzungen der Akademie hatte er sich schon seit vielen Jahren entzogen, zum Theil in Folge der Abnahme seines Augenlichtes; er erhielt sich aber bis in die letzte Zeit seines langen Lebens geistig frisch. Wenige Tage vor seinem sanften Tode hatte die math.-physikal. Classe ihm eine Schrift über die Musik der Alten zugesandt, die er mit

eingehender Würdigung zurückschickte; es war als ob er der Akademie nochmals einen Gruss bieten wollte. Alle die ihn kannten, werden seiner in hoher Achtung und Liebe gedenken als eines höchst eigenartigen Gelehrten und zugleich braven Mannes.[1])

Paul Du Bois-Reymond.

Am 7. April 1889 ist das der Akademie von Otto Hesse vorgeschlagene correspondirende Mitglied unserer Classe, der ausgezeichnete Mathematiker Paul Du Bois-Reymond, auf einer Ferienreise in Freiburg i. Br. einem chronischen Nierenleiden erlegen.

Er war zu Berlin am 2. Dezember 1831 geboren als der Sohn des aus Neuenburg stammenden Felix Henri du Bois-Reymond, welcher sich als sozialpolitischer Schriftsteller, als Sprachforscher und Verwaltungsbeamter hervorgethan hatte; die Mutter gehörte der französischen Kolonie in Berlin an. Unter diesem Einflusse französischer Abstammung sowie französischer und deutscher Bildung entwickelten sich seine reichen Anlagen auf das Erfreulichste; er hatte mit seinem älteren Bruder Emil, dem berühmten Physiologen, manche Eigenschaften des Geistes gemeinsam, namentlich das Talent für Mathematik und Physik, die scharfe Beobachtungsgabe, aber auch die Gewandheit der Rede und die Formvollendung in der Darstellung der Gedanken.

Die Gymnasialbildung empfing er zuerst auf dem französischen Gymnasium zu Berlin, dann in dem College zu Neufchatel, woselbst der Vater dem damaligen k. preussischen Statthalter General v. Pfuel beigegeben war, und nachher auf dem Gymnasium zu Naumburg.

---

1) Die Angaben über die wissenschaftliche Thätigkeit Schafhäutl's auf geologischem Gebiete verdanke ich der Güte des Herrn von Gümbel.

Das akademische Studium begann er im Jahre 1853 an der Universität Zürich und zwar wie sein Bruder als Mediziner. Er schloss sich dorten besonders an den spätern Physiologen Adolf Fick an, der mit ihm die Neigung zur Mathematik und Physik theilte. Die beiden jungen Freunde beschäftigten sich mit Untersuchungen über den blinden Fleck im Auge und veröffentlichten über die davon abhängigen Erscheinungen zwei Abhandlungen; ausserdem hat Du Bois noch zwei Aufsätze „zur Kritik der Blutanalyse" geschrieben.

Aber die Medizin befriedigte ihn nicht, und immer mehr trat seine Vorliebe und besondere Begabung für die Mathematik hervor. Er zog daher, um sich ganz der Mathematik und mathematischen Physik zu widmen, nach Königsberg zu dem genialen Franz Neumann, der eine so grosse Anzahl ausgezeichneter Schüler in der mathematischen Physik ausgebildet hat, und zu dem Mathematiker Richelot. Durch des Ersteren Einfluss wurde sein Interesse für die mathematische Physik geweckt, woraus eine Reihe physikalischer Arbeiten hervorging, wie die über die Erscheinungen der Capillarität und seine Inaugural-Dissertation „de aequilibrio fluidorum," mit der er in Berlin im Jahre 1859 den Doctorgrad erlangte. Darauf wirkte er während einiger Jahre als Oberlehrer der Mathematik und Physik am Friedrichs-Werderschen Gymnasium in Berlin, siedelte aber dann (1865) nach Heidelberg über, um die akademische Laufbahn einzuschlagen; es war dies die gläuzende Zeit für die allberühmte Universität, in welcher Naturforscher wie Bunsen, Kirchhoff, Helmholtz und Hesse an ihr lehrten und wissenschaftlich thätig waren. Er blieb daselbst Privatdozent bis zum Jahre 1868, wo er nach Hesse's Uebersiedlung an die hiesige technische Hochschule zum ausserordentlichen Professor befördert wurde. Im Jahre 1870 erhielt er einen ehrenvollen Ruf als ordentlicher Professor an die Universität Freiburg, dann im Jahre 1874 nach

Tübingen, von wo er (1884) als Professor der Mathematik an die technische Hochschule zu Berlin kam.

Die wissenschaftliche Thätigkeit Du Bois Reymond's war eine sehr bedeutende und er trug durch dieselbe in mehrfacher Richtung zur Entwicklung der Mathematik bei. Noch als Lehrer am Gymnasium in Berlin veröffentlichte er seine erste rein mathematische Arbeit: „Beiträge zur Integration der partiellen Differentialgleichungen mit 3 Variablen", in der er vorzüglich den Inhalt und die Bedeutung einer partiellen Differentialgleichung und ihrer Integrale geometrisch anschaulich synthetisch entwickelte, und durch die er sich alsbald als ein selbständiger, tief denkender Mathematiker einführte.

In Heidelberg blieb er noch eine Zeit lang auf diesem fruchtbaren Gebiete, gieng aber dann zu den Fourier'schen Reihen und Integralen und zu den von ihm sogenannten Darstellungsformeln über, welche ein bedeutsames Hilfsmittel bei der Integration der partiellen Differentialgleichungen bilden. Es handelte sich bei diesen ihn längere Zeit fesselnden Untersuchungen um die für die Mathematik wichtige Frage, ob die Fourier'schen Entwicklungen auch auf Funktionen mit unendlich vielen Maximis und Minimis sowie auf alle stetigen Funktionen anwendbar seien, was Du Bois wider sein Erwarten dahin entschied, dass dies nicht der Fall ist und dass die Anwendbarkeit solcher Darstellungsformeln nicht unbeschränkt ist. Er hat alle diese Verhältnisse im Zusammenhange in einer Abhandlung niedergelegt, welche im Jahre 1876 in den Denkschriften unserer Akademie, der er vier werthvolle Zusendungen gemacht hat, erschienen ist; er führte darin den für die Untersuchung bestimmter Integrale so wichtigen sogenannten Mittelwerthsatz, welcher Satz auch seinen Namen trägt, ein.

In Folge dieser Arbeiten kam er zu den Problemen der reellen Funktionentheorie, wobei er die Existenz der Differ-

entiirbarkeit und der Möglichkeit stetiger Funktionen ohne Differentialquotienten bewies.

Von allgemeiner Bedeutung war sein Werk: der erste Theil der allgemeinen Funktionentheorie, die Metaphysik und Theorie der mathematischen Grundbegriffe: Grösse, Grenze, Argument und Funktion.

Erst in den letzten Jahren seines Lebens sagte er sich von dieser Richtung der Mathematik los und kehrte wieder zu den Differentialgleichungen zurück, mit denen er bis an sein Lebensende rastlos beschäftigt war.

Für die Wissenschaft begeistert, galt sein unablässiges Bestreben der Erweiterung der Erkenntniss. Man wird in den Fachkreisen noch lange dieses eigenartigen und bedeutenden Gelehrten in Dankbarkeit gedenken.[1]) —

Michel Eugène Chevreul.

Am 9. April 1889 ist der Nestor der Chemiker, Michel Eugène Chevreul, zu Paris in seiner Amtswohnung im Jardin des Plantes, die er seit dem Jahre 1810 inne hatte, gestorben.

Wenn wir hören, dass Chevreul im 103. Lebensjahre nach nur mehrtägiger Schwäche aus dem Leben geschieden ist, so denken wir nicht nur an die Wunderbarkeit eines so hohen Alters, sondern noch mehr daran, dass die Entdeckung von der Zusammensetzung des Fettes, eine der ersten und bedeutungsvollsten in der Geschichte der organischen Chemie, welche wir in eine ferne Vergangenheit zu verlegen geneigt sind, von einem Manne gemacht worden ist, der noch vor Kurzem unter den Lebenden weilte, und dass die organische Chemie im Laufe eines Menschenlebens so

1) Mit Benützung der Nekrologe von H. Weber in Marburg (in den mathemat. Annalen Bd. 35) und von L. Kronecker (im Journal f. d. reine und angewandte Mathematik Bd. 104).

gewaltige Fortschritte habe machen können. Wohin wird ihre Fortentwicklung, so denken wir uns unwillkührlich, in den nächsten hundert Jahren führen.

Mit welchem Interesse mag der bis in die letzten Jahre geistesfrische Mann die Entfaltung seiner Saat durch die Thaten von Dumas, Liebig, Wöhler und Wurtz, die wir schon längst begraben, und dann die neueste Richtung der Chemie durch Kekulé und Andere verfolgt haben; wie sehr hat sich seit seinen ersten Arbeiten seine Einsicht in die Struktur der organischen Verbindungen erweitert.

In Angers am 31. August 1786 als der Sohn eines Arztes geboren, erhielt er seinen ersten Unterricht in der Kreisschule seiner Vaterstadt. Im Alter von 17 Jahren kam er nach Paris kurz vor der Zeit, in der der Consul Napoleon die Kaiserwürde annahm. Der für die Naturwissenschaft begeisterte Jüngling fand daselbst die hervorragendsten Lehrer; denn nie hat es wohl in der Hauptstadt Frankreichs eine glänzendere Vereinigung von Forschern gegeben als gerade damals, nachdem die Revolution das Land wie einen Acker umgewühlt und für eine neue geistige Saat vorbereitet hatte. Da wirkten Fourcroy und Vauquelin, Gay-Lussac und Thenard, Laplace, Arago, Biot, Ampère, Poisson, Geoffroy St. Hilaire, Hauy, Cuvier.

Bald wandte sich Chevreul ganz der Chemie zu. Vauquelin hatte ihn (1809), seine Bedeutung erkennend, in das von ihm und seinem Lehrer Fourcroy gegründete Laboratorium aufgenommen, in welchem die zu chemischen Untersuchungen nöthigen Präparate und Apparate hergestellt wurden, wie es damals bei dem Mangel an chemischen Fabriken und Utensilienhandlungen geschehen musste. Chevreul zeigte sich dabei so anstellig, dass Vauquelin ihn (1810) zum Präparator für seine Vorlesungen am naturhistorischen Museum und zum Assistenten bei seinen wissenschaftlichen Ar-

beiten machte. 1813 wurde er zum Professor der Physik und Chemie am Lycée Charlemagne, 1829 nach Vauquelin's Tod an dessen Stelle zum Professor der Chemie am naturhistorischen Museum, später noch zum Direktor der Färbereien und zum Professor der auf Färberei angewandten Chemie bei der kgl. Gobelins-Manufaktur angestellt; seit 1826 war er Mitglied der französischen Akademie der Wissenschaften.

Seine wissenschaftlichen Arbeiten begannen im Jahre 1807 mit der Abhandlung über die Einwirkung der Salpetersäure auf die Korksubstanz, welcher bald darauf seine Abhandlungen über den Indigo, über das Brasil- und das Campecheholz und über den Harn des Kameels und des Pferdes folgten.

Besonderes Interesse haben seine Untersuchungen über den Indigo; bei der Färbung mit dem Indigoblau wurde durch das Küpenverfahren Indigoweiss erzeugt, wobei man früher eine Abgabe von Sauerstoff stattfinden liess, während Chevreul eine Aufnahme von Wasser darthat.

Man muss sich den Stand der Chemie in der damaligen Zeit vergegenwärtigen, um die Bedeutung Chevreul's richtig zu würdigen. Es war bei seinem Eintritte in die Wissenschaft die Constitution der anorganischen Verbindungen bis zu einem gewissen Grade aufgeklärt, aber von den organischen Stoffen, welche man damals ausschliesslich in den organisirten Gebilden, den Thieren und Pflanzen, vorkommen und entstehen liess, kannte man seit Kurzem nur die Elementarzusammensetzung und man wusste noch nichts darüber, dass sie wie die anorganischen Verbindungen aus einfacheren Componenten bestehen. An der Ausbildung der Elementaranalyse, diesem wichtigsten Hilfsmittel zur Erkenntniss der Zusammensetzung der organischen Stoffe, hat sich Chevreul noch betheiliget; er führte mit Gay-Lussac zur Bestimmung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs der letzteren das Kupferoxyd ein, welches heut' zu Tage noch allgemein in Anwendung ist. Chevreul suchte, nachdem Berzelius in dieser Richtung

mit den organischen Säuren den Anfang gemacht hatte, die organischen Verbindungen durch die kräftigeren unorganischen in einfachere zu zersetzen und Verbindungen der letzteren mit Produkten der ersteren herzustellen, welche er dann auf die Quantität der organischen und anorganischen Substanz untersuchte und der Elementaranalyse unterwarf.

Diese Methode wendete Chevreul vor Allem bei den Fetten an, deren Untersuchung er viele Jahre mit grösster Ausdauer und grösstem Scharfblicke widmete, ihn aber auch zu den bedeutendsten Resultaten führte.

Man war früher der Meinung, die durch Kochen der Fette mit Alkalilaugen hergestellten Seifen wären Verbindungen der Fette mit dem Alkali, obwohl schon längst Geoffroy angegeben hatte, dass das durch eine Säure aus der Seife Abgeschiedene ganz verschieden von dem angewandten Fette sei.

Bei seinen ersten Untersuchungen über die Fette im Jahre 1811 ergab sich, dass in der Seife das Alkali mit einer in dem Fette enthaltenen organischen Säure verbunden sei, welche sich durch eine Mineralsäure aus der Alkalilösung ausfällen lasse. Später (1813) erkannte er, dass aus dem Schweinefett und anderen Fetten nicht nur eine organische Säure, sondern zwei gewonnen werden können, eine feste von Perlmutterglanz, welche er „Margarin“ nannte und eine flüssige, welche man Oelsäure heisst.

Ausser diesen beiden Säuren fand er dann nach der Behandlung des Fettes mit Alkali noch eine weitere flüssige Substanz, welche schon 25 Jahre vorher Scheele durch Einwirkung von Bleioxyd auf Fette gewonnen und wegen ihres süssen Geschmackes Oelsüss genannt hatte. Chevreul stellte diese eigenthümliche Substanz (das Glyzerin) rein dar und untersuchte sie näher auf ihre Zusammensetzung und ihre Eigenschaften.

Es ergab sich weiterhin, dass die drei aus dem Fette dargestellten Substanzen ausschliesslich das Fett bilden; und

da es ihm gelungen war, salzartige Verbindungen jener beiden organischen Säuren, der Fettsäuren, hersustellen und sie aus einem Salze in ein anderes überzuführen, so bezeichnete er das Fett als eine Verbindung der Fettsäuren mit dem Glyzerin, womit die Constitution der Fette aufgedeckt war. Da er in der Folge aus den festen Fetten mehr Margarinsäure und aus den flüssigen Fetten mehr Oelsäure bekam, so musste er die natürlich vorkommenden Fette als Gemische verschiedener Mengen von ölsaurem Glyzerin oder Olein und von margarinsaurem Glyzerin oder Stearin ansehen. Die von ihm früher als „Margarin" bezeichnete festere Fettsäure erwies sich als ein Gemische zweier fester Säuren, einer mit höherem Schmelzpunkte, die er Stearinsäure nannte, und einer mit niedererem Schmelzpunkte, die man jetzt als Palmitinsäure bezeichnet. Dabei erfand und benützte er die zur Reindarstellung der Fettsäuren und anderer Stoffe aus Gemengen so wichtig gewordene fraktionirte Fällung.

Er zeigte, dass nicht in allen Fetten die Fettsäuren mit Glyzerin verbunden sind, denn bei der Untersuchung des merkwürdigen in der Schädelhöhle der Wale vorkommenden Walrathes oder Spermaceti erhielt er statt des Glyzerins das feste Aethal oder den Cetylalkohol. Auch fanden sich in anderen Fetten ausser den genannten drei Fettsäuren noch weitere in Verbindung mit Glyzerin vor z. B. in der Kuhbutter die Buttersäure, in der Ziegenbutter die Capron- und Caprinsäure. Diese Entdeckung führte ihn zu der Erkenntniss des Zusammenhangs jener drei höheren Fettsäuren mit den flüchtigen, jetzt sogenannten niederen Fettsäuren von geringerem Kohlenstoffgehalte, der Ameisensäure, Essigsäure, Buttersäure, Capronsäure, Caprylsäure etc. etc. und zu der Erkenntniss, dass hier eine Reihe von Verbindungen mit immer höherem Kohlenstoffgehalte, von der Ameisensäure an mit 1 Atom Kohlenstoff bis zur Stearinsäure mit 18 Atomen Kohlenstoff, vorliege und dass die damals noch fehlenden

Glieder der Reihe existirten und aufgefunden werden würden, wie es in der That der Fall war.

Man ersieht aus diesen Aufzählungen, wie Chevreul in consequenter Weise Schritt vor Schritt vorging und wie wir ihm fast Alles, was wir über die Zusammensetzung der Fette wissen, verdanken. Es war damit nicht nur ein tiefer Einblick in die Constitution der organischen Verbindungen gewonnen, ihre Zusammensetzung aus Componenten wie die der unorganischen dargethan, sondern auch zum ersten Male in den Thieren und Pflanzen die gleichen Stoffe nachgewiesen worden. Man weiss, bei dem Durchlesen der Arbeiten Chevreul's über die Fette, nicht, was man mehr bewundern soll, seine Ausdauer oder seinen Scharfsinn, womit er bei den damaligen spärlichen Kenntnissen und Methoden alle diese Stoffe zu isoliren und zu erkennen vermochte.

Selten hat sich an Ergebnisse der Wissenschaft unmittelbar eine so reiche Ernte durch Anwendung derselben im Leben angeschlossen wie in diesem Falle, denn erst seit den Entdeckungen Chevreul's und der genauen Kenntniss der Vorgänge bei der Verseifung und der Zusammensetzung der Seife und der Fettsäuren sowie des Glyzerins datirt eine eigentliche Industrie und Technik dieser Produkte. Der Gebrauch der Seife erfuhr von da an eine ungeahnte Ausdehnung; Chevreul erkannte alsbald mit Gay-Lussac die Bedeutung der festen Stearinsäure als Beleuchtungsmaterial und es entwickelte sich rasch die Industrie der Herstellung der sogenannten Stearinkerzen mit ihrem hellen Lichte und allen den übrigen Vorzügen vor den bis dahin benützten Talgkerzen; und auch das Glyzerin wird jetzt in ungeheuren Quantitäten dargestellt und zu Arzneizwecken sowie zur Bereitung von Sprengstoffen u. s. w. verwendet.

Mit diesen grossartigen Erfolgen ist jedoch die Bedeutung Chevreul's für die Wissenschaft noch nicht abgeschlossen. Zu seinen ersten Arbeiten über die Farbstoffe, den Indigo

und das Brasil- und Campecheholz, fügte er später noch weitere über das Gelbholz, die Quercitronrinde, den Sumach, den Orleansfarbstoff und die damit nahe verwandten Gerbstoffe, besonders die Gallussäure, hinzu.

In Folge dieser Arbeiten über die Farbsstoffe hielt man (1824) Chevreul für den geeignetsten Mann, die auf Färberei angewandte Chemie an der kgl. Manufaktur der Gobelins zu vertreten, wo er als Direktor und Professor der Farbenchemie ganz hervorragendes leistete. Dieses sein Amt veranlasste ihn nämlich, nicht nur das Verfahren bei der Färberei näher zu studiren, was zu seinen berühmten Untersuchungen über Farben und Färben führte, womit er der Technik grosse Dienste leistete, sondern auch den Farben der Zeuge in Beziehung ihres harmonischen Zusammenstimmens seine volle Aufmerksamkeit zu schenken, wodurch er zu seinen physiologischen Untersuchungen über die Farben kam und die Herstellung coloristisch geschmackvoller Gobelins sehr förderte.

Ausser seinen ersten Untersuchungen über den Kameel- und Pferdeharn führte er noch eine Reihe von Arbeiten auf dem Gebiete der physiologischen Chemie aus, vorzüglich veranlasst durch seine Beschäftigung mit den verschiedenen pflanzlichen und thierischen Fetten. Er zog aus dem Blutfaserstoff mit Aether gegen 4% einer fettigen Materie ähnlich der im Gehirn enthaltenen aus und wies nach, dass diese nicht aus dem Faserstoff durch die Behandlung entstanden, sondern ursprünglich schon in ihm enthalten ist; ebenso widerlegte er die Meinung, dass man aus Muskelfleisch durch Behandlung mit Salpetersäure Fett erhalten könne. Er entdeckte ferner das Cholestearin, welches Gmelin zuerst in gewissen Gallensteinen aufgefunden hatte, auch gelöst in der frischen Galle des Menschen. Das eigenthümliche Leichenwachs, Adipocire, welches unter bestimmten Bedingungen bei der Verwesung sich bildet, erkannte er als Kalk- und Ammoniakseife. Er untersuchte mit Magendie die Zusammen-

setzung der Gase, welche bei einem Enthaupteten im Magen, Dünn- und Dickdarm angesammelt waren. Er beschrieb zuerst einen stickstoffhaltigen krystallinischen Stoff, das Kreatin, das er aus den Bouillentafeln der holländischen Compagnie isolirt hatte; lange Zeit konnte dasselbe nicht wieder nachgewiesen werden, bis Schlossberger es im Muskel eines Alligators, Heintz im Rindfleisch und endlich Liebig als constanten Bestandtheil des Fleisches auffand.

Von grossem Interesse ist eine Abhandlung über einige auf die Geschmackssinnesorgane einwirkenden Substanzen, worin er zum ersten Male erkannte, dass viele angebliche Geschmacksempfindungen nicht reine Geschmacksempfindungen sind, sondern durch Einwirkungen auf andere Sinnesorgane, auf die Gefühlssinnesorgane in der Mundhöhle und die Geruchssinnesorgane, hervorgerufen werden, und auch darthat, auf welche Weise man die letzteren Empfindungen von dem Geschmack trennen kann.

Seine Arbeiten über die Farbenempfindungen, auf welche er, wie gesagt, durch seine Stellung an der Gobelinmanufaktur gelenkt worden war, sind mannigfaltiger Natur. Er prüfte den Einfluss, welchen zwei Farben bei ihrer Vermischung ausüben; ebenso die Farben, welche mittelst des Farbenkreisels entstehen, wovon er dann im Kunstgewerbe Anwendung machte; er lehrte eine systematische Bestimmung und Benennung der Farben, und schrieb über die Theorie der optischen Wirkung der Seidenstoffe. Man weiss, dass nach einander gesehene Farben sich gegenseitig verändern; aber auch verschiedene gleichzeitig im Gesichtsfelde neben einander erscheinende Helligkeiten und Farben üben einen bestimmenden Einfluss auf einander aus, so zwar, dass zumeist der neben einem helleren Theil liegende Theil des Gesichtsfeldes dunkler erscheint und sich seine Farbe, neben einer anderen Farbe gesehen, der Complementärfarbe der letzteren annähert. Chevreul unterschied zuerst die letztere Er-

scheinung als gleichzeitigen oder simultanen Contrast von dem successiven Contrast bei nach einander gesehenen Farben und berichtete eingehend über seine in dieser Hinsicht gemachten Versuche, besonders über die Veränderungen der einzelnen Farben bei ihrer Zusammenstellung mit anderen. Er fand dabei, dass die Contrastwirkung um so grösser ist, je näher das induzirte Feld dem reagirenden im Gesichtsfelde liegt d. h. je schneller der Blick das erstere Feld trifft; er nahm zu dem Zweck zwei gelbe und zwei rothe Streifen und ordnete dieselben so, dass zuerst die beiden gelben und dann die beiden rothen kamen, wornach er nur an den zwei in der Mitte liegenden Streifen die Contrastwirkung wahrnahm.

Er hat sich auch mit Forschungen über die Natur verschiedener Mineralien und Salze beschäftiget. Für Fragen der öffentlichen Gesundheitspflege zeigte er wie schon Lavoisier grosses Interesse. Die Geschichte der Chemie verdankt ihm manche werthvolle Bereicherung und noch in späteren Lebensjahren theilte er Beobachtungen über die Erscheinungen des Alters mit.

Chevreul war bis in sein höchstes Alter noch körperlich und geistig frisch und thätig in seinem Amte am naturhistorischen Museum und in der Akademie der Wissenschaften. Während der Belagerung von Paris im Jahre 1870—1871 betheiligte er sich lebhaft an den denkwürdigen Diskussionen und Bestrebungen der ersten wissenschaftlichen Gesellschaft Frankreichs über die Verproviantirung und Ernährung der eingeschlossenen Hauptstadt.

Seine Lebensweise war die einfachste und es ist wahrscheinlich, dass seine Enthaltsamkeit ihn so lange gesund erhielt; er trank nur Wasser und nie alkoholische Getränke, welche ihm Ueblichkeiten machten, auch hat er nie Tabak geraucht.

Die Stadt Paris und Frankreich wussten, welchen Dank sie dem grossen Gelehrten schuldeten, man erwies ihm

während des Lebens die höchsten Ehren und ordnete dem Todten das Leichenbegängniss auf Staatskosten an.[1])

Johann Jakob von Tschudi.

Am 8. Oktober 1889 ist Dr. Johann Jakob von Tschudi, der seit dem Jahre 1849 unserer Akademie als correspondirendes Mitglied angehörte, auf seinem Gute Jakobshof bei Lichtenegg in Niederösterreich im Alter von 71 Jahren gestorben. Er hat sich durch eine Anzahl naturwissenschaftlicher, besonders geologischer Arbeiten, dann auch durch ethnographische und linguistische Forschungen, wozu er das Material grösstentheils auf seinen Reisen in Südamerika erworben hatte, um die Wissenschaft verdient gemacht.

Tschudi war am 25. Juli 1818 zu Glarus geboren und entstammte einem altberühmten Schweizer-Geschlechte, aus dem schon mehrere angesehene Gelehrte, aber auch einflussreiche Staatsmänner, Militärs und Priester katholischer und evangelischer Confession hervorgegangen sind.

Es zeigte sich bei ihm früh die Neigung und das Talent für die beschreibenden Naturwissenschaften, mit denen er sich zunächst an den einheimischen Hochschulen zu Zürich und Neufchâtel, dann zu Würzburg, Berlin, Leyden und Paris gründlich beschäftigte und bekannt machte. Schon in den Jahren 1836 bis 1838, also in einem Alter von 18 bis 20 Jahren, veröffentlichte er mehrere zoologische Abhandlungen: über ein neues Subgenus von Lacerta, über ein neues Genus von Wasserschlangen, eine Monographie der schweizerischen Echsen, Beobachtungen über Alytes obstetricans und seine Classifikation der Batrachier mit Berücksichtigung der fossilen Thiere dieser Abtheilung der Reptilien, welche Arbeiten eine genaue Sachkenntniss und eine gute Beobachtungsgabe zeigen.

1) Mit Benützung der Nekrologe von B. Lepsius, Beilage zur Allg. Zeitung 1889 Nro. 114; und von A. W. Hofmann, Berichte d. deutsch. chem. Ges. 1889 Nro. 8.

Es ist bei diesen Anlagen nicht zu verwundern, dass es Tschudi in ferne Länder zog, um auch andere Formen der Thiere kennen zu lernen. Er beabsichtigte ursprünglich eine grössere Reise um die Welt zu machen, er kam aber, da das französische Schiff, auf dem er sich befand, an die Regierung von Peru verkauft worden war, nur nach dem Staate Peru. Er verweilte daselbst fünf Jahre, von 1838 bis 1843 und untersuchte als einer der Ersten das Land in naturwissenschaftlicher und ethnographischer Richtung mit dem grössten Eifer und mit namhaftem Erfolge. Es gelang ihm reichhaltige Sammlungen, namentlich zoologische, zusammenzubringen. Nach seiner Rückkehr in die Heimath bearbeitete er die gesammelten Schätze und gemachten Beobachtungen und berichtete darüber in zwei grösseren Werken, in den Peruanischen Reiseskizzen (1846. 2 Bände) und in den Untersuchungen über die Fauna Peruana (1844—1846). Durch das letztere Werk hat er sich um die Kenntniss der Verbreitung der Thiere auf der Erde erhebliche Verdienste erworben und sich bei den Zoologen einen geachteten Namen gemacht. Ausserdem brachte er in Zeitschriften ethnographische Mittheilungen über die Ureinwohner von Peru und in Gemeinschaft mit Don Mariano de Rivero (1851) seine Untersuchungen über das alte Inkareich: Antigüedades Peruanas.

Im Jahre 1857 machte er eine zweite Reise und zwar nach Brasilien, den La Plata Staaten, Chile, Bolivien und Peru, welche zwei Jahre in Anspruch nahm. Die Resultate derselben beschrieb er in seinem Berichte über die Reise durch die Andes von Südamerika von Cordova nach Cobija im Jahre 1858.

Von 1860 bis 1862 brachte er, von der Schweizer Regierung als Gesandter beordert, abermals in Brasilien zu, wo er die Einwanderungsverhältnisse in den mittleren und südlichen Provinzen des ausgedehnten Reiches untersuchen

und einen Handelsvertrag abschliessen sollte. Dieser zweite Aufenthalt in Brasilien reifte sein Werk: „Reisen durch Südamerika (1866—1869, in 5 Bänden), welches wichtige Aufschlüsse über den genannten Theil der Erde brachte.

1866 wurde er zum Gesandten der schweizerischen Eidgenossenschaft in Wien ernannt; er blieb 16 Jahre lang in dieser Stellung und zog sich dann (1882) nach der auf seine Bitte erfolgten Enthebung von diesem Amte auf sein Gut Jakobshof zurück. Auch während seines Aufenthaltes in Wien, wo er der k. k. Akademie der Wissenschaften als correspondirendes Mitglied angehörte, war er neben seiner diplomatischen Beschäftigung auch fortgesetzt wissenschaftlich thätig.

Von naturwissenschaftlichen Arbeiten sind, ausser den angegebenen, noch zu nennen: vergleichend-anatomische Beobachtungen (1843), Diagnosen neuer peruanischer Vögel (1843), die Kokkelskörner und das Pikrotoxin (1847), über den Dopplerit, über einige elektrische Erscheinungen der Cordilleras der Westküste Südamerikas, Mittheilungen über einen Fisch aus dem Rio Itajahy in Brasilien, Berichte über die Erdbeben und Meeresbewegungen an der Westküste Südamerikas. Auch über die Krankheiten in Peru berichtete er in zwei Abhandlungen über die geographische Verbreitung der Krankheiten in Peru und über die Verugas, eine in Peru epidemische Krankheit. Von besonderem Interesse sind endlich seine Sprachstudien, welche er in 3 Werken unter dem Titel: die Kechua-Sprache (1853 in 2 Bänden), Ollanta ein altperuanisches Drama aus der Kechua-Sprache (1875) und über die Sprachen Amerikas niederlegte.

Aus dem Mitgetheilten ist wohl ersichtlich, dass Tschudi ein sehr arbeitsamer Gelehrter war, der sein Leben in nützlicher Weise für die Wissenschaft verbracht hat.

Friedrich August von Quenstedt.

In Tübingen ist am 21. Dezember 1889 der berühmte Mineraloge, Geologe und Paläontologe, Friedrich August von Quenstedt, in Folge wiederholter Schlaganfälle im 81. Lebensjahre gestorben. Er hat mit grossem Scharfblicke und ungewöhnlicher Beobachtungsgabe die geologischen Verhältnisse des schwäbischen Jura sowie die darin vorkommenden Thier- und Pflanzenreste untersucht, und dabei auch gezeigt, dass die strenge Wissenschaft, in richtiger Weise behandelt, die weitesten Kreise, bis zum schlichten Bauern herab, zu fesseln vermag; denn nirgends ist die Kenntniss der Versteinerungen mehr als in Schwaben verbreitet, dadurch dass Quenstedt bei seinen Wanderungen das Volk für die Schätze im vaterländischen Boden zu interessiren und zum eifrigen Sammeln anzuleiten wusste. So ist im ganzen Württemberger Lande die Paläontologie populär geworden, zugleich aber auch ihr begeisterter Vertreter.

Quenstedt wurde geboren am 9. Juli 1809 zu Eisleben als der Sohn eines mittellosen Soldaten. Nach dem frühen Tode des Vaters nahm den begabten Knaben ein Bruder seiner Mutter, welcher Schullehrer in Meisdorf, in der Provinz Sachsen, war, bei sich auf und gab ihm Unterricht im Lateinischen und in der Musik, so dass sein Schüler das Absolutorium des Gymnasiums erhielt. Der junge Student begab sich an die Universität Berlin; da er aber ohne Mittel war, musste er sich diese letzteren durch Ertheilen von Unterricht in der Musik und durch Vorlesen erwerben, was ihn frühe zu Fleiss und Energie führte; von dieser Zeit an behielt er auch sein ganzes Leben lang eine einfache Lebensweise bei.

Der Oheim wünschte aus ihm einen Theologen zu machen, Quenstedt fühlte jedoch dazu wenig Neigung, vielmehr hörte er mit Vorliebe philosophische und naturwissenschaftlichen Vorlesungen. Am meisten fesselte ihn der Mineraloge Christian Samuel Weiss und namentlich erregte die Krystallographie sein lebhaftestes Interesse. Nachdem er in Anerkennung seines Talentes Assistent am mineralogischen Museum zu Berlin geworden war, erwarb er sich (1836) den Doktorgrad der Philosophie mit einer Inauguraldissertation: „*de notis nautilearum primariis*" und habilitirte sich zugleich als Privatdozent für Mineralogie an der Berliner Universität.

Als die durch Schübler's Tod frei gewordene Stelle an der Universität Tübingen wieder zu besetzen war, lenkte sich die Aufmerksamkeit auf den viel versprechenden jungen Gelehrten; er erhielt auch 1837 den Ruf an die schwäbische Hochschule, zunächst als ausserordentlicher Professor der Mineralogie, Geologie und Paläontologie; im Jahre 1842 wurde er zum ordentlichen Professor für die genannten Fächer befördert.

Quenstedt hatte diesen Ruf um so freudiger angenommen, als er schon in Berlin beim Ordnen der Schlotheim'schen Sammlung die Mineralien und Petrefakten des schwäbischen Jura kennen gelernt hatte und sehr wünschte, dieselben an Ort und Stelle näher untersuchen zu können. Er wanderte zu Fuss, Mineralien suchend, nach seiner neuen Heimath, in der er 53 Jahre lang auf das Segensreichste wirken sollte.

Er begann alsbald das schwäbische Land allein oder mit seinen für ihn begeisterten Schülern zu durchziehen und zu studiren, welche Exkursionen sich in den grossen Ferien auch nach Südfrankreich, Oberitalien und in die Savoyer Berge erstreckten.

Das Hauptverdienst Quenstedt's liegt in der geologischen und paläontologischen Erforschung des schwäbischen Jura. Die Frucht seiner Thätigkeit auf geologischem Gebiete waren die beiden Werke: „die Flötzgebirge Württembergs 1843“ und der „Jura 1857“, welche von grosser Bedeutung für die Gelogie waren; er gliederte darin das schwäbische Stufenland zuerst in Terrassen, in den schwarzen, braunen und weissen Jura. Den grössten Theil seines Lebens aber verwendete er auf das Studium der Petrefakten Deutschlands. Gleich nach seiner Ankunft in Tübingen machte er sich mit ganzer Kraft an die Sichtung der Versteinerungen, welche in den Privatsammlungen des Landes aufgehäuft waren. Bald jedoch füllten sich durch seine Bemühungen die Staatsmuseen in Tübingen und Stuttgart mit reichem Material, den Originalen für seine Werke. Er stellte sunächst die wichtigsten Fossile, die er Leitmuscheln hiess, fest und ermittelte die Schichten, in denen sie vorkommen; dadurch kam er als Erster dazu, das Hauptgewicht bei Feststellung der Arten auf das geologische Alter, den geologischen Horizont, zu legen. Für Bestimmung der Arten hielt er den Namen einer guten Spezies, das Beständige, als einen Typus fest, und bezeichnete das Abweichende und Veränderliche der Form durch Beifügung eines zweiten, zumeist der Schicht entnommenen Namens.

So entstand im Jahre 1852 das wichtige Handbuch der Petrefaktenkunde, von dem 1866 eine zweite und 1885 eine dritte Auflage erschien. Im Jahre 1846 begann er sein gross angelegtes Hauptwerk „die Petrefaktenkunde Deutschlands“ in 8 Bänden mit unzähligen Abbildungen von ihm genau beobachteter Versteinerungen; den ersten Band (1849) bildeten die Cephalopoden, den zweiten (1870) die Brachiopoden, den dritten (1873) die Echiniden, den vierten (1876) die Echinodermen, den fünften (1878) die Schwämme, den

sechsten (1881) die Korallen und den achten (1884) die Gasteropoden.

Ausserdem schrieb er über Lepidotos im Lias E Württembergs (1847) und über Pterodactylus suevicus im lithographischen Schiefer Württembergs (1854).

Das letzte Werk des unermüdlichen Forschers „die Ammoniten des schwäbischen Jura" kam in den Jahren 1882—1889 heraus.

In der ersten Zeit seiner wissenschaftlichen Thätigkeit hat er sich auch mit der Mineralogie, namentlich mit krystallographischen Untersuchungen abgegeben und auch hier Bedeutendes geleistet. Er führte die sogenannte Linearprojektion zur Uebersicht krystallographischer Zonenverhältnisse ein, die er in der „Darstellung und Entwicklung der Krystallverhältnisse mittelst einer Projektionsmethode (1835)" und in der „Entwicklung und Berechnung des Datolith's nach dieser Methode" beschrieb. Auch veröffentlichte er ein „Handbuch der Mineralogie" (1854; in dritter Auflage 1877), seine „Methode der Krystallographie (1840)", die Beiträge zur rechnenden Krystallographie (1848)", und den „Grundriss der bestimmenden und rechnenden Krystallographie (1873)".

Er hat es nicht verschmäht in populären Vorträgen weiteren Kreisen seine Wissenschaft zugänglich zu machen und für letztere zu wirken. Dieselben: Sonst und Jetzt (1856), die geologischen Ausflüge in Schwaben (1864) und Klar und Wahr (1872), sie sind Muster allgemeinverständlicher Darstellung.

Auf diese Weise ward Quenstedt der erste und fruchtbarste der deutschen Geologen und Paläontologen. Viele Schüler, unter denen auch unser zu früh verstorbener unvergesslicher Oppel war, danken dem anziehenden und eigenartigen Lehrer Anregung und Belehrung zu wissen-

schaftlicher Arbeit; die Wissenschaft verdankt ihm eine Fülle von Thatsachen, welche noch lange ihre Früchte tragen werden und auf denen zum guten Theil die heutige Geognosie und Paläontologie aufgebaut ist.[1])

1) Mit Benützung der Nekrologe von Oskar Fraas (neues Jahrbuch für Mineralogie. Geologie und Paläontologie, 1890 Bd. 1 Heft 2 S. 1—7) und Dr. Eberhard Fraas (Münchener Neueste Nachrichten, Samstag den 28. Dezember 1889).

Sitzung vom 3. Mai 1890.

Herr L. SOHNCKE legte eine Abhandlung der Herren Doktoren AD. BLÜMCKE und S. FINSTERWALDER: „Zur Frage der Gletschererosion" vor.

Zur Frage der Gletschererosion.

Von Ad. Blümcke und S. Finsterwalder.

(*Eingelaufen 3. Mai.*)

In der Diskussion über die Wirkung der Gletscher auf den Untergrund ist von Seiten der Verfechter der Gletschererosion bisher hauptsächlich auf die zermalmende, zerreibende, furchende, feilende und schleifende Thätigkeit nicht so sehr des bewegten Eises selbst, als der mitgeführten, unter grossem Druck gegen die Unterlage gepressten Grundmoränenschicht hingewiesen worden. Der Wirkung dieser Thätigkeit ist nun nach Heim dadurch eine Grenze gesetzt, dass bei zunehmendem Drucke infolge der hiebei bewirkten Erweichung des Eises die Kraft, welche die Steine der Grundmoräne gegen den Boden drückt, durch eine Art Auftrieb in der plastischen, flüssigkeitsähnlichen Eismasse vermindert wird. Diese Masse ist dann nämlich im Stande, den Druck allseitig, wenn auch nicht mit gleicher Stärke fortzupflanzen und es wird bei einem fast ganz im Eise eingebetteten Steine, welcher nur mit einer kleinen Fläche am Boden aufliegt,

der auf die obere Seite ausgeübte Druck zum Theil durch denjenigen vermindert, welcher auf die vom Eise berührte Unterfläche nach oben wirkt. Die Möglichkeit, dass auf diese Weise der Druck der Grundmoränengeschiebe gegen die Unterlage modifizirt wird, muss zugegeben werden, sobald man annimmt, dass die Grundmoräne von Eis gänzlich „durchtränkt" ist und dass das Eis in den Zwischenräumen den Druck noch fortzuleiten vermag; keinesfalls aber kann natürlich der Gesammtdruck des Gletschers (Eis und Steine) von etwas anderem als von seinem Gewicht abhängen. Wenn schon der Druck des Gletschers im Ganzen wesentlich von der Mächtigkeit des Eises abhängt, so ist es doch angesichts der selbst bei grosser Belastung immer noch unvollkommenen Fluidität desselben sicher, dass während der Bewegung der Druck im Einzelnen zeitlich und örtlich sehr veränderlich ist, und momentan wohl auf Null herabgehen kann, so z. B. dann, wenn bei Stellungsänderungen der Geschiebe hohle nicht mit Eis erfüllte Räume entstehen. Entsprechend muss dann auch nothwendig der Druck an benachbarten Stellen erheblich grösser sein und kann den normalen vielmal übersteigen. Nun ist es eine gegenwärtig wohl allgemein zugestandene Thatsache, dass sich das Eis am Grunde wenigstens grösserer Gletscher mit Ausnahme vielleicht der höheren Lagen jahraus jahrein im Zustande der Schmelzung befindet.[1]) Dabei wird seine Temperatur dem Schmelzpunkt bei dem herrschenden Drucke entsprechen und demgemäss um einen geringen Betrag unter Null liegen. Experimentell wurde dies von Forel[2]) und Hagenbach am Arollagletscher direct nachgewiesen. Das allenthalben schmelzende Eis des gänzlich stagnirenden Gletschers hatte an verschiedenen Stellen nahe dem Grunde Temperaturen zwischen — 0,031° C und

1) Heim. Gletscherkunde. Seite 250.
2) Comptes rendus 1887. 2. 859.

— 0,002° C, was darauf hinweist, dass der Druck, unter dem das Eis bei einer Mächtigkeit von 40^m—50^m stand, an den einzelnen Punkten zwischen $4^1/_2$ und $^1/_4$ Atmosphäre schwankte. Es unterliegt keinem Zweifel, dass bei lebhafter Bewegung des Gletschers die Druckunterschiede sich verlegen, wodurch nothwendig partielle Verflüssigungen und Wiedergefrierungen der Gletschermasse, mit welchen entsprechende Temperaturschwankungen parallel gehen, erfolgen müssen. In der That lassen sich mit dieser Annahme Bewegungs- und Structurerscheinungen des Gletschers ungezwungen erklären, wie dies J. Thomson schon im Jahre 1849 gethan hat und worin ihm unter Anderen auch Heim im Gegensatze zu Tyndall zustimmt.[1]) Diese Aenderungen des Aggregatzustandes finden natürlich nicht nur im Innern, sondern in erhöhtem Maasse an den Unebenheiten des Bettes, an den Ecken der Gesteinstrümmer, kurz überall da statt, wo Reactionen der bewegten Masse gegenüber den Widerständen auftreten und die Unregelmässigkeiten der Bewegung ihren Ausgangspunkt nehmen. Solche Aenderungen des Aggregatzustandes sind nun bekanntlich von Verwitterungserscheinungen der angrenzenden Gesteinsoberflächen begleitet, deren qualitative und quantitave Bestimmung den Gegenstand einer Reihe von Untersuchungen des Einen von uns bildete.[2])

Während man bisher der Ansicht war[3]), dass oft wiederholtes Frieren und Aufthauen eines mit Wasser getränkten Gesteines erst eine allmähliche Lockerung des Gefüges er-

---

1) Gletscherkunde Seite 308—318.

2) Ad. Blümcke. Bestimmung der Frostbeständigkeit von Materialien. Centralblatt der Bauverwaltung. 1885; ferner unter gleicher Ueberschrift Fortsetzung und wesentliche Erweiterung. Zeitschrift für Bauwesen 1887.

Ueber das Verwittern von Materialien. Centralblatt der Bauverwaltung 1889.

3) Richthofen. Führer für Forschungsreisende. S. 95. 1887.

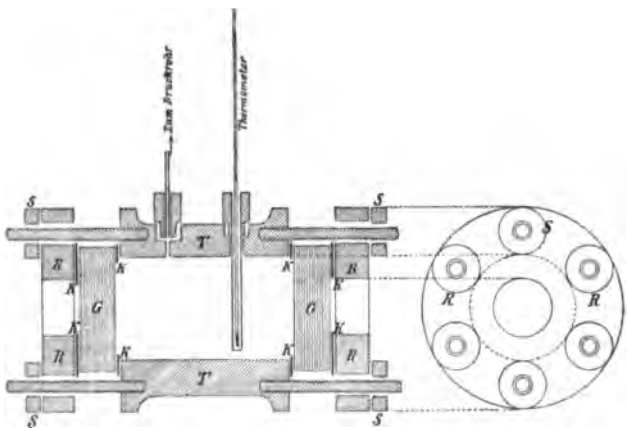
zeugt, die sich schliesslich in dem Auftreten von Fugen äussert, welche sich dann durch die Sprengwirkung des gefrierenden Wassers rasch erweitern und zur Abbröckelung scharfkantiger Fragmente führen, zeigte sich bei den erwähnten Untersuchungen, dass gleich bei erstmaliger Frosteinwirkung, gleichviel von welcher Beschaffenheit das Gestein war — ob feinster Marmor oder grobkörniger Sandstein — ein wägbarer Materialverlust statthatte, ohne dass auch mit bewaffnetem Auge eine Veränderung am Gestein wahrgenommen werden konnte. Das Verwitterungsprodukt ist anfänglich mikroskopisch feiner Staub und seine Menge bei gleichem Material der Oberfläche und der Zahl der Frostwirkungen genähert proportional. Für verschiedene Gesteine schwankt dieselbe innerhalb bedeutender Grenzen z. B.

Gelber Sandstein (Lichtenau)	0,341	gr	pro	□ dm	u.	einmal.	Frieren.
Roth. Sandst. (Rothenfels a. M.)	0,022	gr	„	„	„	„	„
Weisser Carrara Marmor	0,007	gr	„	„	„	„	„
Weisser Kalkstein (Estaillade)	0,135	gr	„	„	„	„	„
Granit (Wunsiedel)	0,017	gr	„	„	„	„	„
Granit (Blauberg)	0,014	gr	„	„	„	„	„

Erst bei mehrfach wiederholtem Gefrieren (3—30fach bei Sandsteinen, 2 bis weit über 100 bei Kalksteinen und Marmor, 40fach bei Granit, wenn das Material möglichst mit Wasser getränkt ist) hört die Proportionalität auf und es zeigen sich die bekannten, sichtbaren, unregelmässig wirkenden Verwitterungserscheinungen. Bei den damaligen Versuchen wurde das Frieren durch Temperaturerniedrigung herbeigeführt, aber es war zu erwarten, dass die gleiche Wirkung eintritt, wenn das Frieren durch Druckerniedrigung hervorgerufen wird. Diese Voraussicht haben wir nun durch einige neue Versuche bestätigt gefunden.

Es wurden erst Gesteinsproben in Eis eingefroren, dann das Eis durch Druck verflüssigt und durch Nachlassen des Druckes zum Wiedergefrieren gebracht. Die Druckänderungen

wurden mehrfach wiederholt und die dabei entstandenen Materialverluste des Gesteines mit denjenigen verglichen, welche bei gewöhnlicher Frostwirkung auftreten.



Die zu untersuchenden Steine befanden sich in einem horizontal liegenden Rohr (siehe Figur) aus Phosphorbronce von 2 cm Wandstärke, 12 cm Länge und 6 cm lichter Weite, welches an den Enden durch 2 cm dicke Glasplatten *G* geschlossen war. Letztere waren durch Metallringe *R*, welche durch je 6 Schrauben *S* angezogen werden konnten, gegen das Rohr gepresst. Zur Dichtung lagen zwischen Rohr und Glasplatten Kautschukringe *K* mit Hanfeinlagen. Oben hatte das Rohr zwei Durchbohrungen. In die eine konnte ein dünnes Kupferrohr behufs Verbindung mit einer Cailletet'schen Druckpumpe geschraubt werden, in die andere ein dünnwandiges mit Alkohol gefülltes Gefäss zur Aufnahme eines feinen Thermometers. Nachdem die Steine (etwa ein Dutzend nussgrosse Stücke) unter der Glocke der Luftpumpe mit Wasser gesättigt waren, wurden sie in einen Blechtrog, der die abfrierenden Partikel sammeln sollte, gelegt und in das zu vier Fünftel mit Wasser gefüllte Druckrohr gebracht.

Der übrige Raum des Druckrohrs wurde unter Ausschluss der Luft mit Olivenöl gefüllt, welches auch zur Speisung der Cailletet'schen Pumpe diente. Man wählte diese Substanz anstatt des Wassers, um ein Zerspringen des Apparates beim Gefrieren zu vermeiden.[1]) Es wäre im Interesse der Bequemlichkeit und Reinlichkeit gewesen, Quecksilber anzuwenden, doch verbot sich dies mit Rücksicht auf das Material des Rohrs und der Pumpe. Das gefüllte Druckrohr wurde in eine Kältemischung gesteckt und hiedurch das Wasser zum Gefrieren gebracht. Man bemühte sich alsdann, die Temperatur des Eises so zu reguliren, dass bei den zur Verfügung stehenden Drucken [80 Atm.] eine Verflüssigung eintreten konnte. Es gelang, für mehrere Stunden die constante Temperatur — 0,3° C zu erhalten. Wurde nun der Druck durch Einpumpen von Olivenöl auf 80 Atmosphären gesteigert, so sank das Thermometer auf — 0,6° C und die Verflüssigung machte sich ausserdem noch durch starke Volumen- und Druckabnahme, die indessen immer wieder compensirt wurde, bemerklich. Später blieben Druck und Temperatur nahezu constant. Hierauf wurde der Druck aufgehoben, wobei das Thermometer wieder auf — 0,3° stieg. Solche Druckänderungen wurden nun in Zwischenräumen von 10—15 Minuten mehrfach hintereinander bewirkt. Anfänglich war bei jeder Druckverminderung das Wiedergefrieren des Wassers durch Anschiessen von Eisnadeln und leichte Trübung der Masse beim Durchsehen zu erkennen, später wurde das Ganze so gleichförmig, dass eine sichere Unterscheidung von Wasser und Eis nicht mehr möglich war. Doch folgt das Gefrieren und Schmelzen mit Sicherheit aus den Temperaturänderungen. Nach Beendigung der Versuche sammelte man den Inhalt des Rohres in einer Schale, dampfte

1) Bei Temperaturen unter — 10° wurde auch das Olivenöl fest, was thatsächlich einen Bruch der Glasplatte nach sich zog.

ein und wusch den Rückstand auf dem Filter mit Chloroform zur Entfernung des noch anhaftenden Olivenöls aus. Der Rückstand wurde getrocknet und gewogen.

Dieselben Steine wurden ausserdem im nassen Zustande einer gewöhnlichen Frostwirkung ausgesetzt und die abgefrorenen Theilchen gewogen. Um auch die Frage zu entscheiden, in wieweit die blossen Druckwirkungen, denen die Gesteine im Apparate ausgesetzt sind, Materialverluste hervorrufen können (durch Auflösen des Bindemittels im Wasser oder durch Abbröckelung des Gesteines im Eis), wurden noch zwei Parallelversuche gemacht, wobei einmal die Gesteine in Wasser bei Zimmertemperatur wiederholt Druckänderungen von 80 Atmosphären ausgesetzt, das anderemal dieselben in Eis von — 5° C bis — 7,5° C gebettet und in gleicher Weise behandelt wurden, wobei ein Thauen bei den angewendeten Drucken natürlich ausgeschlossen ist. Wir experimentirten mit zweierlei Material, einem rothen Sandstein von mittlerer Güte unbekannter Herkunft und einem dunkelgrünen Schiefer aus dem Pfitschthal.

Die erhaltenen Zahlen theilen wir in folgender Zusammenstellung mit:

I. Probe. Sandstein.

Oberfläche ca. 360 □ cm.		
Gewichtsverlust nach einmaligem Frieren bei – 10° C	0,497 gr	
Für den □dcm Oberfläche berechnet	0,137 gr	
Gewichtsverlust im Apparate nach einmaligem Frieren ohne Druck durch Temperaturerniedrigung und fünfmaligem Frieren durch Druckerniedrigung von 80 Atm. auf 1 Atm.	2,898 gr =	6 × 0,483 gr

Verlust nach 10maligem Druck in Wasser von Zimmertemperatur	0,607 gr
Da die Steine schon sichtbare Spuren tieferer Frostwirkung zeigten, wurde eine zweite Probe desselben Materials genommen von 280 □ dcm Oberfläche:	
Gewichtsverlust nach einmaligem Frieren bei — 5° C	0,367 gr
Für den □ dcm Oberfläche . .	0,130 gr
Gewichtsverlust nach 10 maligem Druck auf 80 Atm. des im Eise von — 5° bis — 7,5° C eingeschlossenen Materials, wobei natürlich vorher einmaliges Frieren statthatte	0,308 gr

II. Probe. Schiefer.

Oberfläche ca. 300 □ cm.	
Gewichtsverlust nach einmaligem Frieren bei — 5° C.	
a) vor den Druckversuchen	0,044 gr
b) nach „ „ „	0,039 gr
Mittel pro □ dcm Oberfl.	0,014 gr
Gewichtsverlust nach einmaligem Gefrieren durch Temperaturerniedrigung und 16 maligem Gefrieren durch Druckerniedrigung von 80 Atm. auf 1 Atm. . .	0,726 gr = 17 × 0,045 gr.

Aus dieser Zusammenstellung entnehmen wir, dass die Frostwirkung, welche durch Druckverminderung herbeigeführt wird, quantitativ von der durch blosse Temperaturerniedrigung erzeugten nicht wesentlich verschieden ist und dass ferner die Löslichkeit des Materials im Wasser nur

nebensächlichen, die Druckwirkung des Eises allein (ohne gleichzeitige Aggregatsänderung) verschwindenden Einfluss auf den Materialverlust hat. Aber auch qualitativ ist die Erscheinung die gleiche: erst regelmässiges Abfrieren feinen Staubes, später unregelmässiges Abblättern und Abbröckeln gröberer Theile.

Es scheint hiemit bewiesen, dass die Verwitterung auch unter der Decke des Gletschereises ihren Fortgang nimmt und dass dem Gletscher ausser der schleifenden Thätigkeit auch noch eine verwitternde zuzuschreiben ist. Ob dieselbe mit der oberflächlichen Verwitterung der Felsen in Folge der Temperaturschwankungen einen Vergleich aushalten kann, entzieht sich natürlich genauer Schätzung. Es hängt die Beantwortung dieser Frage ganz davon ab, wie oft oder wie selten man das Eintreten von Druckänderungen an ein und derselben Stelle des Gletschergrundes zugeben will. Sicher ist nur das Eine, dass diese Druckänderungen dort am häufigsten eintreten, wo die Bewegung am gestörtesten ist, namentlich an dem obern Ende der Gletscherzunge beim Uebergang in's Firngebiet, wo die von allen Seiten der Mulde radial zusammenströmenden Eismassen einer gemeinsamen Strömungsrichtung im Thalweg sich anbequemen müssen. Wer bei längerem Aufenthalt in jenen Regionen das Leben der Gletscherfläche bei dem beinahe unausgesetzten Werfen von Spalten beobachtet hat, wird es nicht für widersinnig halten, dass wenigstens zeitweise die Zahl der Frostwirkungen unter dem Eise derjenigen im Freien gleichkommt. Die hierdurch bewirkte Zerstörung des Materials macht sich natürlich an denselben Stellen geltend, wo infolge der gesteigerten Bewegung eine erhebliche Schleifwirkung des Eises zu erwarten ist. Die Grösse oder die Mächtigkeit des Gletschers dürfte von einer gewissen Grenze ab keinen entscheidenden Einfluss auf den Grad der Frostwirkung ausüben, da es für dieselbe gleichgiltig ist, unter

welchen Temperaturen bezw. Drucken das Gefrieren statthat. Stets aber wird die Verwitterung neue Angriffspunkte für die schleifende Thätigkeit des Gletschers schaffen.

Wenn durch die Heim'sche Argumentation die Erosionsfähigkeit des Gletschers einigermassen eingeschränkt erscheint, so dürfte diese Einschränkung durch die vorgetragene sich ebenfalls auf physikalische Grundlagen stützende Betrachtung mehr als compensirt sein. Jedenfalls wird man nicht behaupten dürfen, dass schon aus physikalischen Gründen tiefergehende Erosionswirkungen der Gletscher unwahrscheinlich seien.

Sitzung vom 7. Juni 1890.

1. Herr C. v. Voit theilte einige Resultate aus einer in seinem Laboratorium im Gang befindlichen Untersuchung: „über die Resorption des Eisens und des Kalkes aus dem Darmkanale" mit.

2. Herr Ad. v. Baeyer hielt einen Vortrag: „über die Constitution der Dimethylbernsteinsäure."

Sitzung vom 5. Juli 1890.

1. Herr C. M. v. Bauernfeind erstattet einen Bericht über den dermaligen Stand der internationalen Bodenseeforschung unter Vorlage der Protokolle der Vollzugskommission der fünf Bodenseeuferstaaten für die Herstellung einer Bodenseekarte.

2. Herr Rainer Ludwig Claisen hält einen Vortrag: „über die Einwirkung des Ameisenäthers auf Campher.

Ueber die Einwirkung des Ameisenäthers auf Campher.

Von L. Claisen.

(*Eingelaufen 7. August.*)

Schon vor längerer Zeit habe ich gezeigt[1]), dass Ameisenäther bei Gegenwart von Natriumaethylat leicht auf gewisse Ketone einwirkt, indem der Formylrest in das betreffende

1) Berichte der Deutschen chem. Gesellsch. XX, 2191; XXI, 1135 und 1144.

Keton eintritt und Körper erzeugt werden, welche zugleich Ketone und Aldehyde sind und demnach als Ketoaldehyde bezeichnet werden können. Die auf diese Weise entstandenen Körper unterscheiden sich von den durch v. Pechmann[1]) entdeckten 1.2 Ketoaldehyden R — CO — COH durch die andersartige Stellung der Keton- und Aldehydgruppe und sollen daher im Folgenden als 1.3 Ketoaldehyde bezeichnet werden.

Ein solcher Ketoaldehyd — Acetessigaldehyd — bildet sich beispielsweise mit Leichtigkeit, wenn man auf gewöhnliches Aceton Ameisenäther bei Gegenwart von Natriumaethylat einwirken lässt. Die Reaktion verläuft nach der Gleichung

$$CH_3 - CO - CH_3 + CHO.OC_2H_5 + NaOC_2H_5 =$$
$$CH_3 - CO - CH(Na) - COH + 2C_2H_5.OH;$$

es entsteht also das Natriumsalz des Acetessigaldehyds, aus welchem durch doppelten Austausch zahlreiche andere, zum Theil schön krystallisirende Derivate dieses Körpers (Kupfersalz, Benzolazoverbindung, Phenylpyrazol u. s. w.) erhalten werden können. Der Ketoaldehyd selbst ist sehr unbeständig und geht schon bei gewöhnlicher Temperatur unter Abspaltung von 3 Molekülen Wasser in symmetrisches Triacetylbenzol

$$C_6H_3\left\{\begin{array}{l} CO - CH_3\,(1) \\ CO - CH_3\,(3) \\ CO - CH_3\,(5) \end{array}\right.$$

über.

Ganz ebenso verhält sich Acetophenon, welches mit Ameisenäther und Natriumaethylat sehr leicht zu dem Natriumsalz des benzoylirten Acetaldehyds

$$C_6H_5 - CO - CH(Na) - COH$$

zusammentritt. Dieser Ketoaldehyd theilt in freiem Zustande

1) Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft XX, 2539 und 2904.

ganz die Unbeständigkeit des vorigen; auf Ansäuern der Lösung des Natriumsalzes mit einer Mineralsäure scheidet er sich zunächst als ein Oel ab, welches sich aber rasch in complizirter zusammengesetzte Condensationsprodukte umwandelt.

Dieselbe Reaktion kann dann auch auf solche Ketone angewandt werden, welche statt der mit dem Carbonyl verbundenen Methylgruppe eine Methylengruppe enthalten, also auf Ketone von der allgemeinen Formel $R - CO - CH_2 - R$. Ich habe, in Gemeinschaft mit Herrn Meyerowitz[1]) verschiedene Ketone dieser Klasse (Diaethylketon, Aethylphenylketon, Propylphenylketon, Benzylphenylketon) der Behandlung mit Natriumaethylat und Ameisenäther unterzogen und mich überzeugt, dass in allen diesen Fällen rasch und leicht Condensation zu Ketoaldehyden von der allgemeinen Formel

$$R - CO - \overset{\overset{R}{|}}{C}H - COH$$

stattfindet. Nur zeigt sich hier der bemerkenswerthe Unterschied, dass Ketoaldehyde von dieser letzteren Form, im Gegensatz zu den beiden ersterwähnten, auch in freiem Zustande ganz beständig und trotz ihrer zum Theil sehr hohen Siedepunkte unzersetzt destillirbar sind. Als Beispiel mag das formylirte Phenylpropylketon

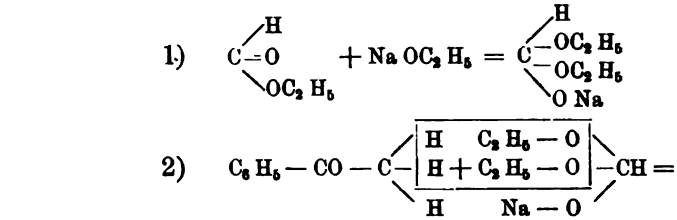
$$C_6H_5 - CO - \overset{\overset{C_2H_5}{|}}{C}H - COH$$

erwähnt werden, ein schön krystallisirter, bei 87° schmelzender Körper, welcher unter gewöhnlichem Druck bei 259 bis 263° siedet.

Nicht aber kann die Reaktion auf solche Ketone ausgedehnt werden, in welchen die Carbonylgruppe mit sekun-

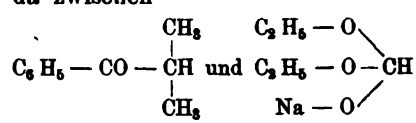
1) Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft XX, 3273; Bulletin Soc. chim. 1889, 496.

dären Alkylresten verbunden ist. Während Phenylpropylketon leicht und glatt in den betreffenden Ketoaldehyd verwandelt werden kann, wird Phenylisopropylketon bei der Behandlung mit Natriumaethylat und Ameisenäther nicht im Mindesten angegriffen; die Gesammtmenge des angewandten Ketons wird unverändert zurückgewommen. Schon an anderer Stelle[1]) ist hervorgehoben worden, wie dieses abweichende Verhalten eine kräftige Stütze für die Ansicht liefert, welche ich bezüglich des Verlaufs dieser Art von Reaktionen aufgestellt habe: dass nämlich zunächst additionelle Verbindungen des betreffenden Säureäthers mit Natriumaethylat gebildet werden, welche dann ihrerseits unter Austritt von 2 Molekülen Alkohol auf die Methyl- oder Methylengruppe des zweiten Reaktionscomponenten einwirken. Wenn man sich, dieser Ansicht entsprechend, die Umsetzung z. B. zwischen Acetophenon, Ameisenäther und Natriumaethylat in folgender Weise verlaufend denkt:



$$C_6H_5-CO-CH=CH(ONa) + 2\ C_2H_5\cdot OH\ ,$$

so ist leicht ersichtlich, dass eine analoge Reaction wohl noch zwischen Ameisenäther und Phenylpropylketon, aber nicht zwischen Ameisenäther und Phenylisopropylketon stattfinden kann, da zwischen



ein Austritt von 2 Molekülen Alkohol nicht mehr möglich ist.

1) Berichte der Deutschen chem. Gesellsch. XXII, 534.

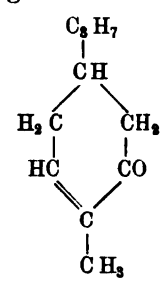
Dieser durchgreifende Unterschied, den die Atomgruppirungen $-CO-CH_3$ und $-CO-CH_2-R$ im Gegensatz zu $-CO-CH\begin{matrix}R\\R\end{matrix}$ und $-CO-C\begin{matrix}R\\R\\R\end{matrix}$ zeigen, kann benutzt werden, um nachzuweisen, ob in einem gerade vorliegenden Keton von unbekannter Constitution die Carbonylgruppe mit einem Methyl- resp. Methylenrest verbunden ist. Nur Ketone dieser letzteren Art (Methyl- und Methylenketone) werden bei der Behandlung mit Ameisenäther und Natriumaethylat resp. Natrium einen Ketoaldehyd liefern, dessen Bildung wegen der äusserst charakteristischen Reaktionen, welche diese Körper zeigen, mit Leichtigkeit nachzuweisen ist. Zu diesem Versuche genügt es, wenige Tropfen des betreffenden Ketons in ätherischer Lösung mit Ameisenäther und etwas metallischem Natrium zusammenzubringen; wenn das Natrium verschwunden ist, wird, um den entstandenen Ketoaldehyd in Freiheit zu setzen, Essigsäure und etwas Wasser zugefügt und die ätherische Schicht abgehoben; wird dann letztere mit Alkohol und einigen Tropfen Eisenchlorid versetzt, so kann die Anwesenheit des Ketoaldehyds durch die sofort eintretende intensive Rothfärbung (je nach Umständen gelbroth, blutroth oder violettroth) leicht erkannt werden. Herr Hori hat auf meine Veranlassung eine Anzahl von Ketonen dieser qualitativen Prüfung unterzogen und gefunden, dass die erwähnte Eisenchloridröthung mit aller Intensität eintrat bei den folgenden Ketonen:

Aceton,
Methylpropylketon,
Methylhexylketon,
Pinakolin,
Diaethylaceton (aus Diaethylacetessigäther),
Diaethylketon,
Lävulinsäureäther,

Mesityloxyd,
Acetophenon,
Phenylpropylketon,
Dibenzylketon,
Benzalaceton.

Mit Phenylisopropylketon dagegen, Benzophenon, Phoron und Dibenzalaceton trat, wie von vornherein zu erwarten, eine solche Rothfärbung nicht ein[1]).

Es lag nun nahe, dieses verschiedenartige Verhalten der Ketone gegen Ameisenäther und Natriumaethylat resp. metallisches Natrium zu benutzen, um festzustellen, ob im Campher, der seinem Verhalten nach zweifellos als ein Keton betrachtet werden muss, die Atomgruppirung $-CO-CH_2-$ enthalten ist. Kekulé[2]) hat bekanntlich die Constitution des Camphers durch die folgende Formel



ausgedrückt, welche in der That mit allen Umsetzungen dieses Körpers im besten Einklange steht, aber doch inso-

---

1) Auf dieselbe Weise dürften sich wohl auch die Aether primärer Säuren $R-CH_2-COOH$ von denen sekundärer und tertiärer Säuren $\begin{matrix}R\\R\end{matrix}\!\!>\!CH-COOH$ und $\begin{matrix}R\\R\end{matrix}\!\!>\!R-C-COOH$ unterscheiden lassen. Versuche darüber sollen demnächst in Angriff genommen werden. Vergl. auch Wislicenus, Liebigs Annalen **246**, 339.

2) Berichte der Deutschen chem. Gesellsch. VI, 931. Neuerdings wird vielfach im Campher statt der Doppelbindung eine Parabindung angenommen, so in der Bredt'schen Formel:

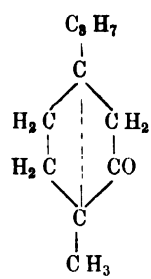
ferne noch weiterer Begründung bedarf, als — wie dies auch Kekulé selbst hervorhebt — die Stellung der Doppelbindung sowohl zum Carbonylsauerstoff als auch zu den beiden Seitenketten nicht mit genügender Sicherheit festgestellt ist. Um nun in dieser Hinsicht einen kleinen Beitrag zur Campherfrage zu liefern, habe ich in Gemeinschaft mit Herrn Bishop[1]) das Verhalten des Camphers gegen Ameisenäther untersucht und mich überzeugt, dass beide Körper sich bei Gegenwart von metallischem Natrium (nicht von Natriumaethylat) unter Alkoholaustritt leicht und glatt zu einem Ketoaldehyd verbinden:

$$C_{10}H_{16}O + CHO.OC_2H_5 = C_{10}H_{15}O - COH + C_2H_5.OH$$

Daraus ergiebt sich also, dass im Campher in der That, wie dies die Kekulé'sche und die Bredt'sche Formel voraussetzen, die Atomgruppirung

$$C_8H_{14}\left\langle\begin{matrix}CH_2\\|\\CO\end{matrix}\right. = \begin{matrix}C_3H_7\\CH_3\end{matrix}\Big\rangle(C_4H)_4\left\langle\begin{matrix}CH_2\\|\\CO\end{matrix}\right.$$

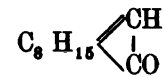
enthalten ist. Der einzige Einwand, den man hiergegen er-



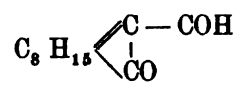
In der obigen Kekulé'schen Formel ist, wie Beckmann (Liebigs Annalen 250, 373) richtig bemerkt, kein nach den üblichen Anschauungen asymmetrisches Kohlenstoffatom vorgesehen und daher der optischen Aktivität nicht Rechnung getragen. Gegen die Annahme einer Doppelbindung spricht auch die Beständigkeit der Camphersäure gegen Oxydationsmittel, namentlich gegen Kaliumpermanganat.

1) Vorläufige Mittheilung Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft XXII, 534.

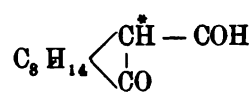
heben könnte, wäre der, dass eben über Ketone mit ringförmiger Kohlenstoffbindung bisher noch keine Erfahrungen bezüglich des Verhaltens gegen Ameisenäther vorliegen und dass daher wohl auch ein Körper



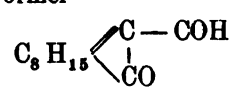
sich mit Ameisenäther zu einem Aldehyd



verbinden könne. Dieser Einwand wird indessen hinfällig durch die Thatsache, dass der Formylcampher, wie die neue Verbindung vorläufig bezeichnet werden mag, gleich allen bisher untersuchten Ketoaldehyden, eine ziemlich starke einbasische Säure ist; es muss in ihm also noch ein vertretbares Wasserstoffatom vorhanden sein, wie ein solches in der Formel



aber nicht in der Formel



vorgesehen ist.

Die nähere Untersuchung dieses Formylcamphers hat zu Resultaten geführt, welche für die Lehre von der Tautomerie von einigem Interesse sind. Im Vorigen ist angenommen worden, dass bei der Bildung des Formylcamphers keine Atomverschiebung stattfindet, dass also der Formylrest als solcher, als einwerthige Gruppe $-C\begin{cases}H\\O\end{cases}$, in das unveränderte Camphermolekül eintritt. Was die Diketone betrifft, so haben sich aus der Untersuchung derselben keine Anhaltspunkte ergeben, welche dazu nöthigen, die übliche Formel

$R-CO-CH_2-CO-R$ zu verlassen und in $R-CO-CH=C(OH)-R$ abzuändern; wenn auch einzelne Derivate, wie z. B. der Acetylacetonisocarbonsäureäther

$$CH_3-CO-CH=\underset{\underset{O-CO_2C_2H_5}{|}}{C}-CH_3$$

sich bestimmt von jener Nebenform ableiten, so scheinen doch die meisten Derivate Abkömmlinge der Hauptform $R-CO-CH_2-CO-R$ zu sein. Was dagegen die Ketoaldehyde betrifft, so habe ich schon in der ersten, gemeinschaftlich mit L. Fischer[1]) veröffentlichten Abhandlung über den Benzoylaldehyd es dahingestellt sein lassen, ob dieser Körper die Formel

$$C_6H_5-CO-CH_2-COH$$

oder

$$C_6H_5-C(OH)=CH-COH$$

oder

$$C_6H_5-CO-CH=C\begin{cases}H\\OH\end{cases}$$

besitzt. In gleicher Weise würden sich für den Formylcampher drei mögliche Formeln

$$1)\ C_8H_{14}\begin{cases}CH-COH\\ \underset{CO}{|}\end{cases}\qquad 2)\ C_8H_{14}\begin{cases}C-COH\\ \underset{C(OH)}{\|}\end{cases}$$

$$3)\ C_8H_{14}\begin{cases}C=CH(OH)\\ \underset{CO}{|}\end{cases}$$

ergeben, von denen — im Hinblick auf einige neuere Untersuchungen von Cazeneuve sowie von v. Baeyer und Noyes — die zweite a priori den Vorzug verdienen dürfte. Cazeneuve[2]) hat nämlich gezeigt, dass der Nitrocampher

1) Berichte der Deutschen chem. Gesellsch. XXI, 1139.

2) Comptes rendus 1889, 243 und 302; Bulletin soc. chim. 1889, 240, 243 und 417.

$$C_8H_{14}\begin{cases} CH-NO_2 \\ | \\ CO \end{cases}$$

sich leicht in ein Isomeres umlagert, welches von seinem Entdecker als eine phenolartige Verbindung

$$C_8H_{14}\begin{cases} C-NO_2 \\ \| \\ C-OH \end{cases}$$

betrachtet und als Camphonitrophenol bezeichnet wird. Ferner haben die Untersuchungen von v. Baeyer und Noyes[1]) es in hohem Grade wahrscheinlich gemacht, dass die Succinylobernsteinsäure Dioxydihydroterephtalsäure

$$\begin{array}{l} COOH-C-CH_2-C(OH) \\ \qquad\qquad\quad \| \qquad\qquad\quad \| \\ (HO)-C-CH_2-C-COOH \end{array}$$

ist, während das aus jener Säure durch Kohlensäureabspaltung entstehende „Tetrahydrochinon" ein wirkliches Diketon — p Diketohexamethylen — darstellt:

$$\begin{array}{l} CH_2-CH_2-CO \\ | \qquad\qquad\quad | \\ CO\ -CH_2-CH_2 \end{array}$$

Gelänge es also, letzteren Körper durch Einführung zweier Carboxylgruppen in den ersten überzuführen, so würde damit eine Umlagerung der beiden Ketongruppen in die hydroxylhaltige Form verbunden sein. In gleicher Weise sollte man beim Eintritt der negativen Formylgruppe in den Campher eine Verschiebung des zunächst entstehenden Complexes

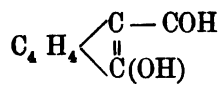
$$C_8H_{14}\begin{cases} CH-COH \\ | \\ CO \end{cases} \quad \text{in} \quad C_8H_{14}\begin{cases} C-COH \\ \| \\ C(OH) \end{cases}$$

erwarten.

Die ersten Versuche schienen denn auch in der That diese letztere Formel zu bestätigen. Zunächst verhält sich

1) Berichte der Deutschen chem. Gesellsch. XXII, 2168.

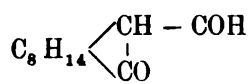
der Formylcampher in mancher Hinsicht ähnlich dem Salicylaldehyd



$$C_4H_4\begin{cases} C-COH \\ \| \\ C(OH) \end{cases};$$

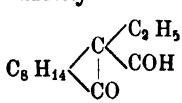
beide Körper sind in Alkalien löslich und ohne Zersetzung destillirbar; beide geben in alkoholischer Lösung mit Eisenchlorid intensiv blauviolette Färbungen und mit Kupferacetat schön krystallisirende Kupfersalze. Auch das Vorhandensein einer Hydroxylgruppe im Formylcampher konnte leicht und mit Sicherheit nachgewiesen werden. Während die Diketone von Essigsäureanhydrid nicht angegriffen werden, wird Formylcampher beim Erhitzen damit in ein unzersetzt siedendes Acetat $C_{11}H_{15}O_2(C_2H_3O)$ übergeführt, welches im Gegensatz zu der nichtacetylirten Verbindung alkaliunlöslich ist und durch Eisenchlorid nicht gefärbt wird. Erwärmt man ferner die Natriumverbindung des Formylcamphers mit Jodaethyl, so wird leicht (schon bei Wasserbadwärme) das Natrium gegen Aethyl ausgetauscht und man erhält ein Aethylderivat $C_{11}H_{15}O_2(C_2H_5)$, welches wie die Acetylverbindung in Alkalien unlöslich ist. Dass nun in dieser Verbindung die Aethylgruppe durch Sauerstoff mit dem übrigen Complex verbunden ist, ergibt sich mit Sicherheit daraus, dass beim Zusammenstehen mit rauchender Salzsäure das Aethyl wieder abgespalten und Formylcampher regenerirt wird.

Nach diesem Verhalten des Formylcamphers kann die erste Formel



$$C_8H_{14}\begin{cases} CH-COH \\ | \\ CO \end{cases}$$

nicht weiter in Betracht kommen. Denn es ist nicht anzunehmen, dass aus einer Aethylverbindung



$$C_8H_{14}\begin{cases} C\begin{cases} C_2H_5 \\ COH \end{cases} \\ | \\ CO \end{cases}$$

die Aethylgruppe in Form von Alkohol wieder abgespalten werden kann, so wenig wie dies beim Aethylacetessigäther gelingt. Leichtverständlich dagegen werden diese Verhältnisse, wenn man dem Formylcampher und seinen bisher erwähnten Derivaten die folgenden Formeln

$$C_8H_{14}\left\langle\begin{matrix}C-COH\\ \|\\ C(OH)\end{matrix}\right. \qquad C_8H_{14}\left\langle\begin{matrix}C-COH\\ \|\\ C-O-(C_2H_5O)\end{matrix}\right.$$

$$\text{und } C_8H_{14}\left\langle\begin{matrix}C-COH\\ \|\\ C-OC_2H_5\end{matrix}\right.$$

beilegt.

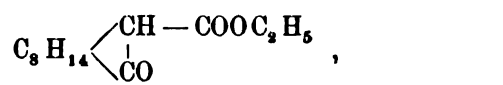
Wenn diese Schlussfolgerungen richtig sind, so sollten sich mit dem Camphocarbonsäureäther, dem gewöhnlich die Formel

$$C_8H_{14}\left\langle\begin{matrix}CH-COOC_2H_5\\ |\\ CO\end{matrix}\right.$$

beigelegt wird, ähnliche Umsetzungen ausführen lassen wie mit dem Formylcampher. Der erwähnte Aether ist von Haller[1]) aus Cyancampher und fast gleichzeitig von Roser[2]) aus Camphocarbonsäure durch Aetherifiziren mit Alkohol und Salzsäure dargestellt worden. Roser hat zwar bereits auf die Strukturähnlichkeit dieses Aethers mit dem Acetessigäther — richtiger wohl mit dem Aethylacetessigäther — hingewiesen, aber verabsäumt, diese durch besondere Versuche festzustellen. Ich habe es daher nicht für überflüssig erachtet, mich zu überzeugen, dass dieser Aether und ebenso die freie Camphocarbonsäure mit Alkohol und Eisenchlorid eine dunkelblaue Färbung liefern, welche auf Zusatz von mehr Eisenchlorid in Dunkelgrün übergeht; ebenso fand ich, dass der Aether beim Schütteln mit kalter verdünnter Natronlauge zum Theil gelöst und aus dieser Lösung durch Säuren

1) Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft XIX, Referate 682.
2) Ibidem XVIII, 3112.

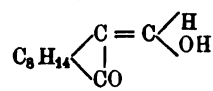
unverändert wieder abgeschieden wird. Dagegen gelang es mir nicht, den Aether durch Erhitzen mit Essigsäureanhydrid in eine Acetylverbindung überzuführen noch durch Behandeln mit Jodaethyl und Natriumaethylat ein Aethylderivat aus ihm darzustellen. In dieser Hinsicht also verhält sich der Camphocarbonsäureäther ganz abweichend vom Formylcampher, bei welchem die Aethylirung und Acetylirung mit grösster Leichtigkeit gelingt; er verhält sich vielmehr wie ein ächter Ketonsäureäther



$$C_8H_{14}\begin{cases} CH-COOC_2H_5 \\ | \\ CO \end{cases},$$

was ganz übereinstimmt mit der Beobachtung Rosers[1]), dass dieser Aether sich mit Phenylhydrazin leicht zu einem Hydrazon verbindet.

So steht man also hier vor der Alternative: Entweder, Camphocarbonsäureäther und Formylcampher sind ungleich constituirte Verbindungen; in dem einen ist die Ketongruppe des Camphers erhalten geblieben, in dem andern hat sie sich in die Hydroxylform umgelagert. Oder, beide Verbindungen enthalten noch die dem Campher entstammende Ketongruppe; dann aber muss die im Formylcampher zweifellos vorhandene Hydroxylgruppe an anderer Stelle als innerhalb des Camphercomplexes zu suchen sein. Dies führt also dazu, für diesen Körper auch die dritte mögliche Formel



$$C_8H_{14}\begin{cases} C=C\begin{cases} H \\ OH \end{cases} \\ | \\ CO \end{cases}$$

in Betracht zu ziehen, welche bisher, als die a priori am wenigsten wahrscheinliche, ausser Acht gelassen wurde. Nach den folgenden Beobachtungen kann kaum gezweifelt werden, dass diese Formel die wirkliche Constitution des Formylcamphers ausdrückt.

---

1) loc. cit.

Formylcampher und Anilin verbinden sich leicht und schon bei gewöhnlicher Temperatur zu einem Anilid, welches, unter Zugrundelegung der zweiten Formel, folgende Constitution haben würde:

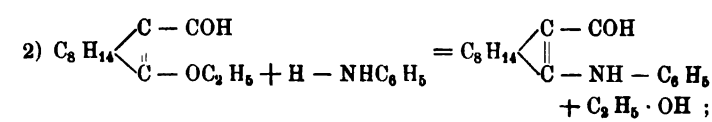
$$C_8H_{14}\left\langle\begin{array}{l} C-CH=N-C_6H_5 \\ \| \\ C(OH) \end{array}\right.$$

Auffällig ist nun, dass dieses Anilid, obwohl es nach dieser letzteren Formel noch die Phenolhydroxylgruppe enthalten soll, weder in Alkalien löslich ist noch auch (wenigstens in verdünnter alkoholischer Lösung) mit Eisenchlorid eine Färbung liefert; doch könnte die Alkaliunlöslichkeit immerhin mit einer Abschwächung der sauren Eigenschaften durch den eingetreten basischen Anilidorest erklärt werden. Jedenfalls sollte man erwarten, dass der äthylirte Formylcampher sich ähnlich verhalten und mit Anilin ein äthylirtes Anilid

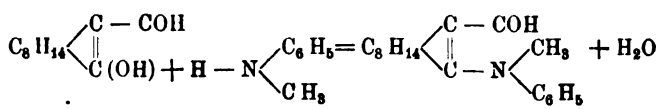
$$C_8H_{14}\left\langle\begin{array}{l} C-CH=N-C_6H_5 \\ \| \\ C(OC_2H_5) \end{array}\right.$$

geben müsste. Letzteres ist aber nicht der Fall; Anilin wirkt bei gewöhnlicher Temperatur auf die Aethylverbindung überhaupt nicht ein; erst bei erhöhter Temperatur findet Umsetzung statt und zwar in der Weise, dass Alkohol abgespalten und dasselbe Anilid gebildet wird wie aus der nichtäthylirten Verbindung. Dadurch wird aber die obige Formel des Anilids sehr unwahrscheinlich; man könnte ja nun, um Uebereinstimmung zwischen beiden Bildungsweisen zu erzielen, die Entstehung des Anilids durch folgende Gleichungen interpretiren:

$$1)\ C_8H_{14}\left\langle\begin{array}{l} C-COH \\ \| \\ C-OH \end{array}\right. + H-NHC_6H_5 = C_8H_{14}\left\langle\begin{array}{l} C-COH \\ \| \\ C-NH-C_6H_5 \end{array}\right. + H_2O$$

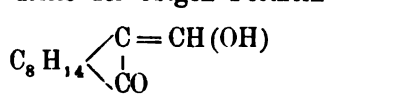


man müsste dann aber annehmen, dass die im Allgemeinen dem Anilin gegenüber so reaktionsfähige Aldehydgruppe intakt bliebe und das sonst so indifferente Phenolhydroxyl gegen den Anilinrest ausgetauscht würde, was doch auch wenig plausibel ist. Dass es sich aber hier in der That um den Austausch einer Hydroxylgruppe handelt, ergiebt sich aus dem ganz analogen Verhalten des Formylcamphers gegen Methylanilin; beide Körper vereinigen sich schon bei gewöhnlicher Temperatur zu einem Methylanilid, dessen Bildung dann also auch wieder durch die wenig wahrscheinliche Gleichung

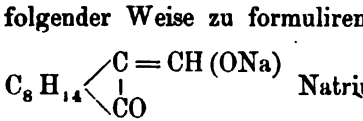


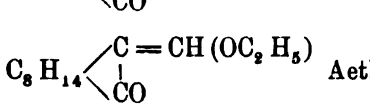
ausgedrückt werden müsste.

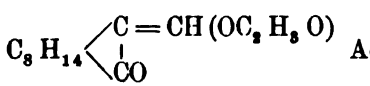
Alle diese Schwierigkeiten verschwinden, wenn man dem Formylcampher die dritte der obigen Formeln

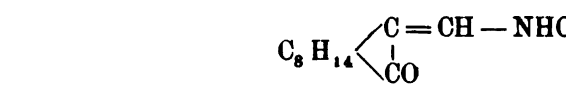


beilegt; die im Vorigen erwähnten Derivate werden dann in folgender Weise zu formuliren sein:

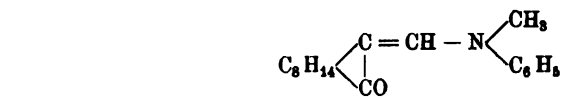

Natriumsalz des Formylcamphers;


Aethylderivat;


Acetat;



Anilid;



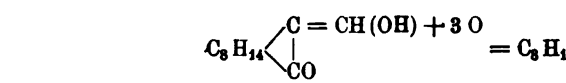
Methylanilid.

Nach diesen Formeln versteht es sich von selbst, dass aus dem Formylcampher durch Behandlung mit Anilin dasselbe Anilid erhalten werden muss wie aus der Aethylverbindung.

Auch die folgenden Umsetzungen stehen mit obiger Formel in bestem Einklang. Durch Oxydation des Formylcamphers mit Chromsäure wird dasselbe Campherchinon

erhalten, welches Claisen und Manasse[1]) aus dem Isonitrosocampher

dargestellt haben; die Formylgruppe wird also hier durch Sauerstoff ersetzt:



Kaliumpermanganat bewirkt weitergehende Oxydation zu Camphersäure.

Noch auf andere Weise kann aus dem Formylcampher ein Derivat des Campherchinons erhalten werden. Wenn man auf seine Natriumverbindung Diazobenzolchlorid einwirken lässt, so resultirt, unter gleichzeitiger Abspaltung von

1) Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft XXII, 530.

Ameisensäure, das schon von Claisen und Manasse beschriebene Monophenylhydrazon des Campherchinons[1]):

$$C_8H_{14}\left\langle\begin{array}{l} C = N - NH - C_6H_5 \\ | \\ CO \end{array}\right. .$$

Bekanntlich werden bei der Einwirkung von Diazobenzolsalzen auf Natriumverbindungen der Fettreihe Hydrazone und keine eigentlichen Azoverbindungen erhalten; man kann also die Annahme nicht umgehen, dass bei manchen Umsetzungen das Diazobenzol $C_6H_5 - N = N(OH)$ sich verhält wie die isomere Verbindung $C_6H_5 - NH - NO$; denkt man sich auch in dem vorliegenden Falle das Diazobenzol als in solcher Weise wirkend, so erscheint diese Umsetzung als ein

---

1) Aus dem Campherchinon

$$C_8H_{14}\left\langle\begin{array}{l} CO\ (\beta) \\ | \\ CO\ (\alpha) \end{array}\right.$$

(worin CO (α) die ursprünglich im Campher enthaltene Carbonylgruppe bezeichnen soll) könnten zwei isomere Monophenylhydrazone entstehen:

$$C_8H_{14}\left\langle\begin{array}{l} CO\ (\beta) \\ | \\ C = N - NH - C_6H_5 \end{array}\right. \quad \text{und} \quad C_8H_{14}\left\langle\begin{array}{l} C = N - NH - C_6H_5 \\ | \\ CO\ (\alpha) \end{array}\right. ,$$

je nachdem der Phenylhydrazinrest in die eine oder andere Ketongruppe eintritt. Die Identität dieses Phenylhydrazons mit dem aus dem Formylcampher entstehenden zeigt, dass dasselbe die letztere Formel besitzt; es scheint darnach die Carbonylgruppe CO (β) des Campherchinons reaktionsfähiger zu sein als die dem ursprünglichen Camphermolekül entstammende Gruppe CO (α). Die Beziehungen dieser Campherderivate zu einander und zum Campher selbst müssen also in folgender Weise ausgedrückt werden:

$$C_8H_{14}\left\langle\begin{array}{l} CH_2 \\ | \\ CO \end{array}\right. \qquad C_8H_{14}\left\langle\begin{array}{l} C = NOH\ (\beta) \\ | \\ CO\ (\alpha) \end{array}\right. \qquad C_8H_{14}\left\langle\begin{array}{l} CO\ (\beta) \\ | \\ CO\ (\alpha) \end{array}\right.$$

Campher — Isonitrosocampher — Campherchinon

$$C_8H_{14}\left\langle\begin{array}{l} C = N - NH - C_6H_5\ (\beta) \\ | \\ CO\ (\alpha) \end{array}\right. \qquad C_8H_{14}\left\langle\begin{array}{l} C = CH\ (OH)\ (\beta) \\ | \\ CO\ (\alpha) \end{array}\right.$$

Phenylhydrazon — Formylcampher.

Austausch des zweiwerthigen Oxymethylenrestes $\overset{\cdot\cdot}{C}H(OH)$ gegen den Phenylhydrazinrest:

$$C_8H_{14}\left\langle\begin{matrix}C = \boxed{\dot{C}H(OH) + O}\,N - NH - C_6H_5\\ |\\ CO\end{matrix}\right.$$

$$= C_8H_{14}\left\langle\begin{matrix}C = N - NH - C_6H_5 + CH_2O_2\\ |\\ CO\end{matrix}\right.$$

Der sogenannte Formylcampher ist also kein eigentlicher Aldehyd, denn er enthält nicht die für die letzteren charakteristische Formylgruppe $\overset{\cdot}{C}\left\langle\begin{matrix}O\\H\end{matrix}\right.$, sondern die zweiwerthige Oxymethylengruppe $\overset{\cdot\cdot}{C}\left\langle\begin{matrix}H\\OH\end{matrix}\right.$, welche sich zum Formyl verhält wie die zweiwerthige Oximidogruppe $\overset{\cdot\cdot}{N} - OH$ zu der einwerthigen Nitrosogruppe $\overset{\cdot}{N} = O$. Andererseits ist leicht ersichtlich, dass der Formylcampher sich durch Addition von Wasser oder anderen Verbindungen zu einem Aldehyd oder Derivaten eines solchen ergänzen kann:

$$C_8H_{14}\left\langle\begin{matrix}C = CH(OH) + H_2O\\ |\\ CO\end{matrix}\right. = C_8H_{14}\left\langle\begin{matrix}CH - CH(OH)_2\\ |\\ CO\end{matrix}\right.$$

und es kann daher nicht überraschen, wenn dieser Körper sich in mancher Hinsicht, z. B. durch seine Verbindbarkeit mit Natriumbisulfit oder seine Fähigkeit, Silbersalze zu reduciren, den eigentlichen Aldehyden ähnlich verhält.

Daran schliesst sich naturgemäss die weitere Frage, ob der Formylcampher bezüglich dieser eigenthümlichen Constitution vereinzelt dasteht oder ob allgemein die Ketoaldehyde eine ähnliche Struktur besitzen. Ist beispielsweise die aus Acetophenon und Ameisenäther resultirende Verbindung ein benzoylirter Acetaldehyd $C_6H_5 - CO - CH_2 - COH$ oder ein benzoylirter Vinylalcohol $O_6H_5 - CO - CH = CH(OH)$? Nach früheren Angaben[1]) vermag sich dieser Körper nicht nur

1) Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft XXI, 1137.

mit Anilin, sondern auch mit sekundären aromatischen Basen wie Methyl- und Benzylanilin zu verbinden; es muss in ihm also doch wohl eine austauschbare Hydroxylgruppe angenommen werden, wie eine solche in der zweiten, nicht aber in der ersten Formel vorgesehen ist. Noch näher stehen dem Formylcampher die von Claisen und Meyerowitz[1]) dargestellten Ketoaldehyde, denen früher die Formel

$$R-CO-\overset{\overset{\displaystyle R}{|}}{C}H-COH$$

beigelegt wurde. Herr Dr. Seibert hat nun auf meine Veranlassung einen dieser Körper, das aus Phenylpropylketon und Ameisenäther leicht darstellbare Formyl-Phenylpropylketon, näher untersucht, um festzustellen, ob demselben die Formel

$$C_6H_5-CO-\overset{\overset{\displaystyle C_2H_5}{|}}{C}H-COH$$

oder

$$C_6H_5-CO-\overset{\overset{\displaystyle C_2H_5}{|}}{C}=CH(OH)$$

zukommt. Es hat sich gezeigt, dass dieser Körper einerseits leicht mit Methylanilin reagirt und ein Methylanilid

$$C_6H_5-CO-\overset{\overset{\displaystyle C_2H_5}{|}}{C}=CH-N\begin{cases}CH_3\\C_6H_5\end{cases}$$

liefert und dass er andererseits von Essigsäureanhydrid angegriffen wird unter Bildung eines Acetats

$$C_6H_5-CO-\overset{\overset{\displaystyle C_2H_5}{|}}{C}=CH-(OC_2H_3O);$$

in beider Hinsicht also verhält sich die Verbindung analog dem Formylcampher und abweichend von den Diketonen.

1) Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft XXII, 3273.

Aber nicht nur die formylirten Ketone, sondern auch die von Wislicenus zuerst dargestellten formylirten Säureäther scheinen eine entsprechende Constitution zu besitzen; Herr Dr. Seibert hat aus Phenylessigsäuremethyläther mittelst Ameisenäther das Formylderivat bereitet und gefunden, dass dieser Körper durch Essigsäureanhydrid ebenso leicht acetylirt wird wie der Formylcampher; man wird ihn also auch wohl als eine solche Oxymethylenverbindung

$$C_6H_5 - \overset{\overset{CH(OH)}{\|}}{C} - COOCH_3$$

betrachten müssen.

Es scheint also, dass allgemein, wenn im Acetaldehyd oder seinen Homologen ein Wasserstoffatom durch ein Säureradikal ersetzt wird, eine Verschiebung der Aldehydform in die Vinylalcoholform stattfindet:

$CH_3 - CHO =$ Acetaldehyd;

$C_6H_5 - CO - CH_2 - CHO =$ benzoylirter Acetaldehyd, unbeständig, sich umlagernd in

$C_6H_5 - CO - CH = CH(OH) =$ benzoylirter Vinylalcohol.

Etwas Aehnliches scheint nun auch durch den Eintritt von Phenylgruppen in den Acetaldehyd bewirkt zu werden. Zincke[1]) hat vom Hydrobenzoin aus den Diphenylacetaldehyd dargestellt, näher untersucht und seine Verwunderung darüber ausgesprochen, „dass einige der erhaltenen Resultate nicht bei einem Körper erwartet werden konnten, welcher durch die Formel

$$\begin{matrix} C_6H_5 \\ C_6H_5 \end{matrix}\!\!>\!CH - COH$$

ausgedrückt werden muss.“ So gelang es Zincke nicht, diesen Aldehyd zu Diphenylessigsäure zu oxydiren, so wenig es mir hat gelingen wollen, den Formylcampher durch Oxy-

1) Liebig's Annalen 198, 182.

dation in Camphocarbonsäure überzuführen; statt dessen erhielt er Benzophenon, so dass also auch hier, genau wie beim Formylcampher, ein einfacher Ersatz der Formylgruppe durch Sauerstoff stattfindet. Ebenso wenig konnte die sonst für die Aldehyde so charakteristische Umwandlung durch Alkalien in Alkohol und Säure bewirkt werden; vielmehr beobachtete Zincke das Entstehen reichlicher Mengen von Diphenylmethan, was die sonst bei Aldehyden nie stattfindende Abspaltung von Formyl als Ameisensäure voraussetzt und genau der Zerlegung des Formylcamphers durch Alkalien in Campher und Ameisensäure entspricht. Ich halte es daher wohl für denkbar, dass auch der Diphenylacetaldehyd zu den substituirten Vinylalcoholen gehört und seine Constitution durch die folgende Formel

$$\begin{matrix} C_6H_5 \\ C_6H_5 \end{matrix}\!\!>C=CH(OH)$$

auszudrücken ist.

Bevor ich im Folgenden dazu übergehe, das thatsächliche Material, das den vorhergehenden Betrachtungen zur Grundlage diente, zusammenzustellen, mag noch bemerkt werden, dass das Menthon

$$C_8H_{16}\left\langle\begin{matrix} CH_2 \\ | \\ CO \end{matrix}\right.$$

sich gegen Ameisenäther ganz ebenso wie der Campher verhält und dass man aus ihm leicht ein Formylmenthon

$$C_8H_{16}\left\langle\begin{matrix} C=CH\cdot OH \\ | \\ CO \end{matrix}\right.$$

darstellen kann, welches in seinem Verhalten mit dem Formylcampher vollkommen übereinstimmt. Diese Menthonabkömmlinge sollen in einer folgenden Abhandlung ausführlicher beschrieben werden.

Darstellung des Formylcamphers.

Natriumaethylat wirkt auf eine ätherische Lösung von Campher und Ameisenäther in der Kälte nicht ein; beim Erwärmen findet lediglich Spaltung des Ameisenäthers in Alkohol und Kohlenoxyd statt. Es wurde daher die Einwirkung von metallischem Natrium versucht und zwar in der Weise, dass Campher, in Toluol gelöst, zunächst für sich mit Natrium erhitzt wurde, wobei nach Baubigny[1]) ein Gemenge von Natriumcampher und Natriumborneol erhalten wird:

$$2\,C_{10}H_{16}O + Na_2 = C_{10}H_{15}O \cdot Na + C_{10}H_{17}O \cdot Na \cdot$$

Nach dem Erkalten wurde Ameisenäther zugefügt, einige Zeit stehen gelassen und dann mit Wasser durchgeschüttelt, in welches reichlich eine organische Natriumverbindung einging; diese wässerige Lösung, von der Toluolschicht getrennt, gab auf Zusatz von Essigsäure eine starke ölige Fällung, die allmählig erstarrte und nach ihren Reaktionen, namentlich nach der intensiven Violettfärbung mit Eisenchlorid, der gesuchte Ketoaldehyd sein musste. Noch bessere Resultate wurden bei gleichzeitiger Einwirkung von Natrium auf eine ätherische Lösung von Campher und Ameisenäther erhalten; nach mehrfachen Versuchen sind wir bei dem folgenden Verfahren stehen geblieben, nach welchem man sich in wenigen Tagen und ziemlich mühelos beliebige Quantitäten der neuen Verbindung darstellen kann.

Je 100 gr Campher werden in einem mit Rückflusskühler verbundenen Kolben in 400 cc absoluten Aethers gelöst und 15.2 gr drahtförmiges Natrium dem mit Eiswasser gut gekühlten Kolbeninhalt zugefügt. Unter fortgesetzter Eiskühlung lässt man dann 52 cc Ameisenäther (oder zweckmässiger noch 90 cc Amylformiat) in kleinen Portionen zu-

---

1) Zeitschrift für Chemie 1867, 71. Vergl. auch Beckmann, Berichte der Deutschen chem. Gesellsch. XXII, 912.

fliessen, mit der Vorsicht, dass man die auf jeden Zusatz eintretende Reaktion erst vorübergehen lässt, ehe man neuen Ameisenäther zugiebt. Die Operation nimmt ungefähr eine halbe Stunde in Anspruch, und die Mischung ist dann in einen Brei verwandelt, den man vor weiterer Verarbeitung zweckmässig noch ein paar Stunden stehen lässt. Nach Ablauf dieser Zeit giesst man ein halbes Liter Wasser hinzu, schüttelt gut durch und trennt die wässigere Lösung von der aufschwimmenden ätherischen Schichte. Um Campher und Borneol völlig zu entfernen, wird die wässerige Lösung nochmals mit Aether ausgeschüttelt und dann ein Luftstrom durchgeleitet, um den Aether vollends zu verjagen. Kühlt man jetzt mit Eiswasser ab und fügt Essigsäure zu, so scheidet sich der Formylcampher als ein bald krystallinisch erstarrendes Oel ab. Abfiltrirt, mit Wasser gewaschen und auf Tellern getrocknet, ist die Verbindung so gut wie rein und kann ohne Weiteres zur Darstellung von Derivaten benutzt werden. Aus 100 gr Campher erhält man 50 gr Formylcampher oder 80 Prozent der theoretischen Ausbeute, wenn man sich die Umsetzung in folgender Weise verlaufend denkt:

$$2\,C_8H_{14}\left\langle\begin{matrix}CH_2\\|\\CO\end{matrix}\right. + Na_2 + CHO\cdot OC_2H_5 =$$

$$C_8H_{14}\left\langle\begin{matrix}C=CH\cdot ONa\\|\\CO\end{matrix}\right. + C_8H_{14}\left\langle\begin{matrix}CH_2\\|\\CH-O\,Na\end{matrix}\right. + C_2H_5\cdot OH$$

Von dem so erhaltenen Produkte wurde für die Analyse ein Theil durch Lösen in der berechneten Menge Normalnatronlauge und Wiederausfällen mit Kohlensäure, ein anderer durch Destillation im Vakuum gereinigt. Wie fast bei allen Ketoaldehyden, ergab auch hier die Analyse eine Spur Kohlenstoff weniger als die Theorie erfordert:

1) 0.3086 gr gaben 0.8255 CO_2 und 0.2533 H_2O;
2) 0.1448 gr gaben 0.3872 CO_2 und 0.1199 H_2O.

Berechnet für $C_{11}H_{16}O_2$		Gefunden	
C	73.33	72.95	72.93
H	8.89	9.12	9.20

Eigenschaften des Formylcamphers.

Die neue Verbindung bildet eine farblose krystallinische Masse von ähnlichem aber schwächerem Geruche wie Campher. Ganz rein schmilzt sie bei 76—78°, doch drücken Spuren von Verunreinigungen und anhaftendem Oel den Schmelzpunkt ganz erheblich, bis auf 72° oder noch stärker, herab. In Alkohol, Aether, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Benzol und Eisessig ist der Formylcampher leicht löslich; von Ligroin wird er in der Kälte wenig, beim Erhitzen ziemlich reichlich gelöst. In kaltem Wasser ist er kaum, in siedendem etwas löslich und scheidet sich beim Erkalten erst als milchige Trübung, dann in kleinen Kryställchen ab. — In der Hitze zeigt der Formylcampher eine unerwartete Beständigkeit; ganz gegen unser Erwarten, dass sich der Körper dabei analog anderen Formylverbindungen unter Abspaltung von Kohlenoxyd zerlegen werde, siedet er selbst unter gewöhnlichem Drucke fast ohne Zersetzung bei 240—243° (Thermometer bis 130° im Dampf); unter vermindertem Druck, 28 mm, wurde der Siedepunkt bei 138° beobachtet. Das Destillat, vollkommen farblos, wenn die Destillation im Vacuum ausgeführt wurde, erstarrt sofort wieder zu einer krystallinischen Masse. — Bei längerem Aufbewahren erleidet der Formylcampher eine eigenthümliche Veränderung, indem er zu einer gelblichen, zähen, teigartigen Masse zergeht; bei Präparaten, welche in zugeschmolzenen Gefässen aufbewahrt wurden, trat eine solche Veränderung nicht ein, es scheint also der Sauerstoff oder die Feuchtigkeit der Luft dabei eine Rolle zu spielen. Umwandlungen ähnlicher Art wurden übrigens auch bei anderen analog constituirten Ketoaldehyden beobachtet.

Chemisches Verhalten.

Der Formylcampher verhält sich wie eine ziemlich starke Säure; von verdünnten kaustischen Alkalien und Ammoniak wird er leicht und ohne Färbung gelöst; auch in kohlensaurem Natron ist er stark löslich und wird daher aus der alkalischen Lösung durch Kohlensäure nur langsam wieder abgeschieden. Auf Einleiten von Ammoniak in die ätherische Lösung scheidet sich ein weisses Ammoniaksalz ab, das indess wenig beständig ist und an der Luft bald zerfliesst. Aus den Acetaten vieler Schwermetalle treibt der Formylcampher Essigsäure aus und bildet Metallsalze, welche meist in Wasser unlöslich sind; aus der mit Natriumacetat versetzten alkoholischen Lösung fällen Chlorzink, Quecksilberchlorid und Bleiessig weisse Niederschläge; Nickelchlorid bewirkt unter den gleichen Umständen eine hellgrüne, Mangansulfat eine weisslichgelbe Fällung; auf Zusatz von Mercuronitrat scheidet sich sofort metallisches Quecksilber ab. Eisenvitriol fällt aus der mit Natriumacetat versetzten alkoholischen Lösung ein rothgelbes Eisenoxydulsalz, welches sich durch Oxydation bald dunkler roth färbt; ohne Zusatz des Natriumacetats wird weder Fällung noch Färbung bewirkt[1]). Aeusserst charakteristisch ist das Verhalten gegen Eisenchlorid; eine kleine Menge davon ruft in der alkoholischen Lösung eine intensive dunkelrothviolette Färbung hervor (ganz ähnlich der einer concentrirten Lösung von Kaliumpermanganat), welche auf Zusatz von mehr Eisenchlorid in eine dunkelblauviolette und schliesslich fast rein blaue Färbung übergeht. Aus der zuvor mit Natriumacetat versetzten alkoholischen Lösung scheidet sich auf Zufügen des Eisenchlorids nach kurzem Stehen ein schön krystallinisches, fast schwarzes

1) Im Gegensatz zu den Ketonoxaläthern und dem Oxalessigäther, deren alkoholische Lösung auch durch Eisenvitriol allein intensiv violett gefärbt wird.

Eisenoxydsalz ab. Dasselbe ist in Wasser unlöslich, während es von Alkohol, Aether, Benzol und Chloroform mit tiefdunkelkirschrother Farbe gelöst wird; auf Zusatz von wenig Salzsäure wird die alkoholische Lösung dieses Salzes zunächst blauviolett, durch mehr Salzsäure verschwindet die Farbe vollständig und die Lösung wird hellgelb.

Das Zinksalz scheidet sich auf Zufügen von wässerigem Zinkacetat zu der alkoholischen Lösung des Formylcamphers als voluminöser weisser Niederschlag ab. Gleich dem Eisensalz ist es in Wasser nur wenig, in organischen Lösungsmitteln — Alkohol, Benzol, Chloroform, selbst Ligroin — sehr leicht löslich. Suspendirt man das Salz in Wasser und schüttelt mit Aether, so klärt sich die Flüssigkeit, indem das Salz von dem Aether aufgenommen wird.

Silbernitrat fällt aus der wässerigen Lösung des Natriumsalzes ein voluminöses weisses Silbersalz, welches sich aber schon nach kurzem Stehen, sofort beim Erhitzen, braun und schwarz färbt. Versetzt man eine alkoholische Lösung des Formylcamphers erst mit ammoniakalischem Silbernitrat, dann mit etwas Silbernitrat und erwärmt gelinde, so setzt sich das reducirte Silber als schöner Spiegel an den Wandungen an.

Eingehender untersucht wurde nur das Kupfersalz, dessen Zusammensetzung übrigens eine andere ist als die von den Kupfersalzen der bisher studirten Ketoaldehyde. Wenn eine concentrirte methylalkoholische Lösung des Formylcamphers (1 Molekül) mit wässerigem Kupferacetat (2 Molekülen) versetzt wird, so tritt dunkelgrüne Färbung ein und nach einigem Stehen scheidet sich ein zeisiggrünes, krystallinisches Salz ab (das Kupferacetat darf nicht im Ueberschuss angewendet werden, da sonst ein anderes Salz in dunkelgrünen öligen Tropfen ausfällt, welche kaum zum Erstarren zu bringen sind). Das Kupfersalz wurde aus siedendem Ligroin umkrystallisirt, worin es sich in der Hitze leicht mit braun-

grüner Farbe auflöst und beim Erkalten in schönen seideglänzenden Prismen und Nadeln auskrystallisirt. So gereinigt schmolz das Salz bei 126° und gab bei der Analyse die folgenden Zahlen:

1) 0.2991 gr gaben 0.7326 CO_2 und 0.2137 H_2O
2) 0.2171 gr gaben 0.5345 CO_2 und 0.1564 H_2O

	Gefunden	
C	66.80	67.15
H	7.94	8.00

Diese Zahlen entsprechen nicht der Zusammensetzung des neutralen Salzes $(C_{11}H_{15}O_2)_2Cu$, sondern einer Doppelverbindung desselben mit 2 Molekülen Formylcampher

$$(C_{11}H_{15}O_2)_2Cu + 2C_{11}H_{16}O_2.$$

	Berechnet für $C_{22}H_{30}O_4Cu$	Berechnet für $C_{44}H_{62}O_8Cu$
C	62.71	67.60
H	7.13	7.94

Um hierüber Gewissheit zu erhalten, wurde das neutrale Salz durch Ausfällen einer wässerigen Lösung von Natrium-Formylcampher mit Kupferacetat dargestellt; man erhält es so als einen olivengrünen Niederschlag, welcher in den meisten organischen Lösungsmitteln, auch schon in kaltem Ligroin, äusserst leicht löslich ist und sich beim Verdunsten dieser Lösungen in öligen, nur langsam erstarrenden Tropfen abscheidet. Als nun dieses Salz, in Ligroin gelöst, mit einer concentrirten Lösung von Formylcampher in heissem Ligroin versetzt wurde, erstarrte die Mischung sofort zu einem Magma hellgrüner Nädelchen, welche wie jenes erstbeschriebene Salz bei 126° schmolzen und dieselbe Zusammensetzung besassen, wie die folgenden Analysen zeigen:

1) 0.2065 gr gaben 0.5095 CO_2 und 0.1476 H_2O;
2) 0.1956 gr gaben 0.4825 CO_2 und 0.1400 H_2O;
3) 0.2922 gr gaben 0.0285 CuO

	Gefunden		Berechnet für $C_{44}H_{68}O_8Cu$
C	67.29	67.28	67.60
H	7.94	7.95	7.94
Cu	7.78	—	8.07

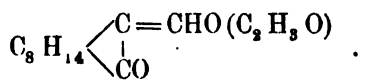
Von concentrirter Natriumbisulfitlösung wird der Formylcampher beim Erwärmen reichlich gelöst; die klare Mischung erstarrt beim Erkalten zu einer weissen krystallinischen Masse, welche sich auf Zufügen von Wasser klar auflöst. Schwefelsäure scheidet aus dieser Lösung nichts ab, die gebildete Oxysulfonsäure scheint also ziemlich beständig zu sein. Die Doppelverbindung ist, im Gegensatz zu anderen analogen Aldehydverbindungen, in organischen Lösungsmitteln, Alkohol und selbst warmem Benzol, leicht löslich; aus der Benzollösung wird sie durch Ligroin krystallinisch gefällt. Die wässerige Lösung giebt mit Eisenchlorid zunächst nur eine Gelbfärbung, erst nach einigem Stehen tritt die für den Formylcampher charakteristische Violettfärbung ein.

Aus der alkalischen Lösung des Formylcamphers wird durch Brom eine weisse bromhaltige Verbindung gefällt, welche in Alkalien unlöslich ist und bisher noch nicht weiter untersucht wurde. — Eine wässerige Lösung von Fuchsin, mit Formylcampher unter Zusatz von etwas Salzsäure gekocht, nimmt eine prächtig dunkelblaue Färbung an.

Gegen Alkalien ist der Formylcampher recht beständig. Eine Lösung desselben in Normalnatronlauge konnte ohne erhebliche Veränderung mehrere Stunden gekocht werden; erst beim Erhitzen einer solchen Lösung im geschlossenen Rohr auf 150° fand partielle Spaltung in Campher und ameisensaures Alkali statt.

Derivate des Formylcamphers.

1) Acetylverbindung



$$C_8H_{14}\begin{cases} C=CHO\,(C_2H_3O) \\ | \\ CO \end{cases}$$

Dieselbe bildet sich, wenn Formylcampher (1 Molekül) mit Essigsäureanhydrid (1 Molekül) einige Stunden im geschlossenen Rohr auf 150° erhitzt wird. Der flüssige Rohrinhalt wurde im Vakuum (26 mm Druck) destillirt; zuerst ging Essigsäure über, dann stieg das Thermometer rasch auf 175° und ziemlich die ganze Menge siedete zwischen 175 und 177°. Das Destillat erstarrte zu einer weissen krystallinischen Masse, welche nach Absaugen des wenigen anhaftenden Oels bei 60—62° schmolz. Die Analyse zeigte, dass ein Monacetylderivat $C_{11}H_{15}O_2(C_2H_3O)$ entstanden war:

1) 0.2564 gr gaben 0.6559 CO_2 und 0.192 H_2O;
2) 0.1962 gr gaben 0.503 CO_2 und 0.1497 H_2O;
3) 0.1827 gr gaben 0.4694 CO_2 und 0.1346 H_2O.

	Gefunden			Berechnet für $C_{13}H_{18}O_3$
C	69.77	69.92	70.07	70.27
H	8.32	8.48	8.18	8.11

Der Körper unterscheidet sich vom Formylcampher namentlich dadurch, dass er in alkoholischer Lösung mit Eisenchlorid keine Färbung giebt; erst bei längerem Stehen oder rascher beim Kochen tritt Violettfärbung ein, indem die Verbindung zum Theil wieder in ihre Componenten zerfällt. In kalter verdünnter Natronlauge ist die Substanz unlöslich, von kochender wird sie, auch hier natürlich unter Verseifung, ziemlich rasch gelöst.

2) Aethylderivat

$$C_8H_{14}\begin{cases} C = CH - OC_2H_5 \\ | \\ CO \end{cases}.$$

Zu einer Lösung von 1.2 gr Natrium in 20 gr absoluten Alkohols wurden 9 gr Formylcampher in concentrirt alkoholischer Lösung zugegeben, worauf die Mischung zu einem festen Brei des Natriumsalzes erstarrte. Nach Zufügen von 12 gr Jodaethyl wurde auf dem Wasserbade am Rückflusskühler so lange gekocht, bis (nach 3—4 Stunden) neutrale Reaktion eingetreten war. Der Alkohol wurde hierauf abdestillirt, die Aethylverbindung aus dem Rückstande durch Wasserzusatz ausgefällt und das ausgeschiedene Oel mit Aether aufgenommen. Das Produkt konnte durch Rektifiziren unter gewöhnlichem Drucke gereinigt werden und ergab bei der Analyse folgende Zahlen, welche etwas niedriger sind als die theoretisch erforderten, da auch bei sorgfältig geleiteter Analyse eine Spur der Substanz sich der Verbrennung entzieht:

0.1541 gr gaben 0.4200 CO_2 und 0.1335 H_2O

	Gefunden	Berechnet für $C_{13}H_{20}O_2$
C	74.33	75.00
H	9.62	9.62

Die Aethylverbindung ist ein farbloses, in Wasser und in verdünnten Alkalien unlösliches Oel, welches unter gewöhnlichem Drucke bei 266—268° siedet (Thermometer bis 145° im Dampf) und dessen spezifisches Gewicht bei 15° 1.006 beträgt. Die Substanz verhält sich gegen Eisenchlorid wie die Acetverbindung; in alkoholischer Lösung giebt sie direkt damit keine Färbung, nach einigem Stehen tritt aber deutliche Violettfärbung ein. Es beruht dies darauf, dass durch die im Eisenchlorid enthaltene Salzsäure theilweise Rückspaltung in Formylcampher und Aethylalkohol bewirkt

wird; die Färbung tritt dementsprechend nicht ein, wenn man statt des Eisenchlorids essigsaures Eisenoxyd, d. h. eine Mischung von Eisenchlorid und Natriumacetat, anwendet.

Der in theoretischer Hinsicht wichtige Nachweis, dass durch Halogenwasserstoffsäuren in der That eine solche Entäthylirung und Rückbildung von Formylcampher bewirkt wird, konnte leicht durch folgenden Versuch erbracht werden. 9 gr der Aethylverbindung wurden in einer Stöpselflasche mit überschüssiger rauchender Bromwasserstoffsäure unter öfterem Umschütteln 12 Stunden lang stehen gelassen; alsdann wurde in Eiswasser gegossen, das ausgeschiedene Oel mit Aether aufgenommen und diese ätherische Lösung mit verdünnter Natronlauge ausgeschüttelt. Der alkalische Auszug gab auf Zusatz von Essigsäure eine reichliche ölige Fällung, welche bald erstarrte und sich durch ihren Schmelzpunkt (74—78°) wie durch die intensive Violettfärbung mit Alkohol und Eisenchlorid als Formylcampher zu erkennen gab. Die Menge desselben betrug 5.3 gr, ein Beweis, dass nahezu vollständige Spaltung der Aethylverbindung eingetreten war.

3) Benzylverbindung

$$C_8H_{14}\left\langle\begin{array}{l} C = CH - O - C_7H_7 \\ | \\ CO \end{array}\right. .$$

Dieselbe kann leicht nach demselben Verfahren wie die Aethylverbindung erhalten werden. Sie siedet unter einem Drucke von 16 mm bei 222—224° und erstarrt, wenn rein, zu einer weissen krystallinischen Masse, welche bei 45—46° schmilzt. In ihrem Verhalten stimmt sie ganz mit dem Aethylderivat überein.

0.2921 gr gaben 0.8524 CO_2 und 0.2145 H_2O

	Gefunden	Berechnet für $C_{18}H_{22}O_2$
C	79.59	80.00
H	8.16	8.15

4) Anilid des Formylcamphers

$$C_8H_{14}\left\langle\begin{matrix}C = CH - NH \cdot C_6H_5\\ |\\ CO\end{matrix}\right. .$$

Kann leicht und in reichlicher Menge erhalten werden, indem man zu einer concentrirten Lösung von Formylcampher in Methylalcohol die aequivalente Menge Anilin (letzteres in 30 prozentiger Essigsäure gelöst) zufügt. Die Mischung erwärmt sich und nach dem Erkalten scheidet sich das Anilid als krystallinisches Pulver ab. Die Reaktion verläuft sehr glatt; aus 5 gr Formylcampher wurden 6.3 gr Anilid, also gegen 90 Prozent der theoretischen Ausbeute erhalten. Zur Reinigung wurde das Produkt in wenig Chloroform gelöst und mit Ligroin wieder ausgefällt; für die Analyse wurde ein Theil noch aus Weingeist umkrystallisirt.

1) 0.3174 gr gaben 0.9323 gr CO_2 und 0.2418 gr H_2O
2) 0.2578 gr gaben 12.9 cc Stickstoff bei 15° u. 714,5 mm Druck.

	Gefunden	Berechnet für $C_{17}H_{21}NO$
C	80.11	80.00
H	8.46	8.24
N	5.50	5.49

Das Anilid krystallisirt in glänzenden kurzen farblosen Prismen, welche, wenn völlig rein, bei 156—159° schmelzen; ungenügend gereinigte Produkte schmelzen erheblich niedriger, in der Regel schon bei 153—155°. Das Anilid ist unlöslich in Wasser und verdünnten Alkalien, leichtlöslich in Alkohol und Chloroform, schwerlöslich in kaltem Ligroin. Verdünntere alkoholische Lösungen werden durch Eisenchlorid nicht gefärbt, in concentrirten wird durch dieses Reagens eine schöne Grünfärbung hervorgerufen.

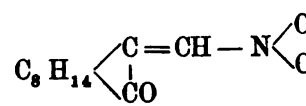
Wie schon in der Einleitung erwähnt, kann dieses Anilid, obgleich schwieriger, auch aus der Aethylverbindung des Formylcamphers erhalten werden. 10 gr der letzteren

wurden mit 7 gr Anilin in einem mit aufsteigendem Glasrohr verbundenen Kölbchen 4 Stunden lang gekocht; die entweichenden Alkoholdämpfe konnten in vorgelegtem Wasser verdichtet und hier durch die Jodoformreaktion nachgewiesen werden. Nach dem Erkalten wurde das dunkelgefärbte Oel in Wasser gegossen, mit Aether aufgenommen und diese ätherische Lösung, um unzersetztes Anilin zu entfernen, mit verdünnter Schwefelsäure ausgeschüttelt. Nach Verdunsten des Aethers wurde der Rückstand in Chloroform gelöst und mit Ligroin versetzt, wobei sich das Anilid als krystallinisches Pulver abschied; durch Umkrystallisiren aus verdünntem Alkohol konnte der anfänglich bei 153—155° liegende Schmelzpunkt auf 157—159° erhöht werden. In Eigenschaften und Zusammensetzung erwies sich die Verbindung mit dem Anilid als vollkommen identisch.

1) 0.122 gr gaben 0.3564 gr CO_2 und 0.0923 gr H_2O;
2) 0.2912 gr gaben 14.8 cc Stickstoff bei 10° u. 718 mm Druck.

	Gefunden	Berechnet für $C_{17}H_{21}NO$
C	79.67	80.00
H	8.40	8.24
N	5.74	5.49

5) Methylanilid des Formylcamphers



Zur Darstellung dieser Verbindung wurde ebenso wie bei dem Anilid verfahren, doch schied sich diesmal der Körper nicht direkt ab, sondern erst nachdem ein Theil des Methylalcohols über Schwefelsäure abgedunstet worden war. Das krystallinische Rohprodukt, dessen Menge etwa 74 Prozent der theoretischen Ausbeute entsprach, wurde durch Lösen in Chloroform und Ausfällen mit Ligroin gereinigt.

1) 0.1455 gr gaben 0.4293 CO_2 und 0.1134 H_2O;
2) 0.2366 gr gaben 11.1 cc. bei 12° und 726 mm Druck.

	Gefunden	Berechnet für $C_{18}H_{23}NO$
C	80.47	80.30
H	8.66	8.55
N	5.31	5.20

Das Methylanilid schmilzt bei 124°. Aus einer langsam verdunstenden Mischung von Chloroform und Ligroin krystallisirt es in prachtvollen diamantglänzenden compakten Krystallen, welche Herr Schmelcher in Herrn Professor Groths Laboratorium zu messen die Freundlichkeit hatte:

Krystallsystem rhombisch.

$$a : b : c = 0.792 : 1 : 0.7535$$

Beobachtete Formen:

$0 = (111)\ P$, $m = (110)\ \infty P$, $n = (120)\ \infty P_2$,
$b = (010)\ \infty \breve{P}\ \infty$, $r = (101)\ \bar{P}\ \infty$

		beobachtet	berechnet
$0 : 0$	$= (111) : (111) =$	*57° 15½	—
$0 : 0'$	$= (111) : (\bar{1}11) =$	*74° 27¼	—
$m : m$	$= (110) : (1\bar{1}0) =$	39° 32	39° 29½
$n : b$	$= (120) : (010) =$	32° 22	32° 15¾

Optische Axenebene (010).

In Alkohol, Aether und Chloroform ist das Methylanilid leicht, in Ligroin schwer, in Wasser und Alkalien unlöslich. Die concentrirte alkoholische Lösung wird durch Eisenchlorid grün gefärbt.

6) Einwirkung von Diazobenzolchlorid auf Natrium-Formylcampher; Monohydrazon des Campherchinons:

$$C_8H_{14}\left\langle\begin{matrix} C = N - NH - C_6H_5 \\ | \\ CO \end{matrix}\right. .$$

Zu einer Lösung von Formylcampher in der aequivalenten

Menge Normalnatronlauge wurde unter Eiskühlung eine Lösung von Diazobenzolchlorid allmählig und so lange zugefügt, als dadurch noch eine canariengelbe ölige Fällung entstand. Die Menge verbrauchten Diazobenzolchlorids entsprach annähernd einem Molekül auf ein Molekül angewandten Formylcamphers. Das am Boden angesammelte Oel wurde mit Aether aufgenommen, die ätherische Lösung mit Wasser gewaschen und der Aether verdunstet; der Rückstand erstarrte allmählig zu gelben Kryställchen, welche durch mehrmaliges Umkrystallisiren aus verdünntem Alkohol gereinigt wurden. Die Substanz bildete dann kleine orangegelbe Prismen vom Schmelzpunkt 169—170°; sie war unlöslich in verdünnten Alkalien, leichtlöslich in Alkohol, Aether und Chloroform; in alkoholischer Lösung gab sie mit Eisenchlorid keine Färbung. Diese Eigenschaften sowie die folgenden Analysen lassen erkennen, dass das schon von Manasse auf anderem Wege dargestellte Monohydrazon des Campherchinons vorlag:

1) 0.1764 gr gaben 0.4836 CO_2 und 0.1255 H_2O;
2) 0.2744 gr gaben 28 cc N bei 23° und 718 mm.

	Gefunden	Berechnet für $C_{10}H_{20}N_2O$
C	74.77	75.00
H	7.91	7.81
N	10.84	10.94

Verzeichniss der eingelaufenen Druckschriften

Januar bis Juni 1890.

Die verehrlichen Gesellschaften und Institute, mit welchen unsere Akademie in Tauschverkehr steht, werden gebeten, nachstehendes Verzeichniss zugleich als Empfangsbestätigung zu betrachten. — Die zunächst für die philos.-philol. u. histor. Classe bestimmten Druckschriften sind in deren Sitzungsberichten 1890 Bd. I. Heft III verzeichnet.

Von folgenden Gesellschaften und Instituten:

Aargauische Naturforschende Gesellschaft in Aarau:

Mittheilungen. Heft 5. 1889. 8⁰.

Royal Society of South Australia in Adelaide:

Transactions and Proceedings. Vol. XII. 1889. 8⁰.

State Museum of natural history in Albany.

42th annual Report for the year 1888. 1889. 8⁰.

Peabody Institute in Baltimore:

Catalogue of the Library. Part. IV. M—R. 1889. 4⁰.
23d annual Report. June 5. 1890. 8⁰.

Johns Hopkins University in Baltimore:

American Journal of Mathematics. Vol. XII. Nr. 1. 2. and Index to Vol. I—X. 1889—90. 4⁰.
American Chemical Journal. Vol. 11. Nr. 6. 7. 1889. 8⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Basel:

Verhandlungen. Theil VIII. Heft 3. 1890. 8⁰.

Magnetical and Meteorological Observatory in Batavia:

Observations. Vol. XI. 1889. Fol.
Rainfall 1888. 1889. 8⁰.

Geologische Landesanstalt und Bergakademie in Berlin:

Abhandlungen zur geologischen Specialkarte von Preussen. Bd. X, 2. 1890. 4⁰.
Abhandlungen der K. preuss. geol. Landesanstalt. N. F. Heft 1. 1889. 4⁰.
Jahrbuch für das Jahr 1888. 1889. 8⁰.

Deutsche chemische Gesellschaft in Berlin:

Berichte. 22. Jahrg. Nr. 17, 18. 23. Jahrg. Nr. 1—10. 1889/90. 8⁰.

Deutsche geologische Gesellschaft in Berlin:

Zeitschrift. Bd. 41. Heft 3. 1890. 8⁰.

Medicinische Gesellschaft in Berlin:

Verhandlungen. Bd. XX. 1890. 8⁰.

Physikalische Gesellschaft in Berlin:

Fortschritte der Physik. 39. Jahrg. Abth. 1—3. 1889. 8⁰.
Verhandlungen im Jahre 1889. 8. Jahrg. 1890. 8⁰.

Physiologische Gesellschaft in Berlin:

Centralblatt für Physiologie. Bd. III. 1889. Nr. 19—26. Bd. IV. 1890. Nr. 1—4. 8⁰.
Verhandlungen 1889—1890. Nr. 2—12. 8⁰.

K. technische Hochschule in Berlin:

Rückblicke auf die baukünstlerischen Principien Schinkels u. Böttichers von E. Jacobsthal. 1890. gr. 8⁰.

K. Preussisches Meteorologisches Institut in Berlin:

Deutsches meteorologisches Jahrbuch für 1889. Heft 2. 1890. fol.

Verein zur Beförderung des Gartenbaues in den preuss. Staaten in Berlin:

Gartenflora. Zeitschrift. 38. Jahrg. 1889. 8⁰.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift in Berlin:

Wochenschrift 1889 Nr. 37—40. 1890 Nr. 1—22. 4⁰.

Zeitschrift für Instrumentenkunde in Berlin:

Zeitschrift. 9. Jahrg. 1889. Heft 12. 10. Jahrg. 1890. Heft 1—6. gr. 8⁰.

Gewerbeschule in Bistritz:

XV. Jahresbericht für das Jahr 1889/90. 1889. 8⁰.

Société de géographie commerciale in Bordeaux:

Bulletin. 1889 Nr. 22—24. 1890 Nr. 5, 6. 8⁰.

American Academy of Arts and Sciences in Boston:

Proceedings. Vol. XXIII, part 2. 1888. 8⁰.

Society of natural history in Boston:

Proceedings. Vol. XXIV. Nr. 1. 2. 1889. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Bremen:

Abhandlungen. Bd. XI. Heft 2. 1890. 8⁰.
Festschrift zur Feier des 25jährigen Bestehens des Vereins. 1889. 8⁰.

Naturforschender Verein in Brünn:

Verhandlungen. Bd. 27. 1888. 1889. 8⁰.
VII. Bericht der meteorologischen Commission. Jahrg. 1887. 1889. 8⁰.

Académie royale de médecine in Brüssel:

Bulletin. IV. Sér. Tom. III. Nr. 11. Tom. IV. Nr. 1—5. 1889/90. 8⁰.
Mémoires couronnés. Collection en 8⁰. Tom. IX. fasc. 2, 3. Tom. X. fasc. 1. 1889/90. 8⁰.

Société entomologique in Brüssel:

Annales. Tom. XXXII. 1888. 8⁰.

K. ungarische geologische Anstalt in Budapest:

Földtani Közlöny. Band XIX, Heft 11, 12. Band XX, Heft 1—4. 1889/90. 8⁰.
Evkönyve (Jahrbuch). Bd. IX. Heft 1. 1890. 8⁰.
Erläuterungen zur geolog. Specialkarte. Blatt Zone 17. Col. XIX (deutsch und ungarisch). 1890. 8⁰.
Jahresbericht für 1888. 1890. 8⁰.
Mittheilungen aus dem Jahrbuche. Bd. IX, Heft 1. 1890. 8⁰.
2 geol. Karten, Umgebung von Torda und Umgebung von Zilah nebst erläut. Text in deutscher und ungarischer Sprache zur ersteren dieser 2 Karten. 1890. 4⁰.

Museo nacional in Buenos Aires:

Hermann Burmeister, Die fossilen Pferde. Nachtragsbericht. 1889. fol.
Anales. Entrega XVI. 1890. Fol.

Oficina meteorologica Argentina in Buenos Aires:

Anales. Vol. VII. 1889. 4⁰.

Meteorological Department of the Government of India in Calcutta

Report on the Meteorology of India in 1887, by John Eliot. XIII. year. 1889. Fol.
Indian Meteorological Memoirs. Vol. III part 3, 4. Vol. IV. part 5. 1888. Fol.
Meteorological Observations at Simla. Vol. II. London 1877. 4⁰.
Report of the Administration 1887—1888. Fol.
Weather Charts of the Arabian Sea and the adjacent portion of the North Indian Ocean. 1888. Fol.

Geological Museum in Calcutta:

Records. Vol. XXII, part 4. 1889. 4⁰.

Geological Survey of India in Calcutta:

A Bibliography of Indian Geology by R. D. Oldham. 1888. 8⁰.
Records. Vol. XXIII, part 1. 1890. 4⁰.

Observatory in Cambridge:

Astronomical Observations. Vol. XXII. 1890. 4⁰.

Philosophical Society in Cambridge:

Proceedings. Vol. VII, part I. 1890. 8⁰.

Museum of comparative zoology in Cambridge, Mass.:

Annual Report for 1888—89. 1889. 8⁰.
Bulletin. Vol. XVI. Nr. 6, 7, 8. Vol. XVII. Nr. 6. Vol. XIX. Nr. 1, 2, 3, 4. 1889/90. 8⁰.
Memoirs. Vol. XVI, part 3. XVII, part 1. 1890. 4⁰.

Astronomical Observatory at Harvard College in Cambridge, Mass.:

44 th annual Report. 1890. 8⁰.
Annals. Vol. XVIII. Nr. 10. Vol. XXI. part 1. Vol. XXII. 1889. 4⁰.

Accademia Gioenia di scienze naturali in Catania:

Atti. Serie IV. Vol. I. 1888 -89. 4⁰.
Bullettino mensile 1889 fasc. 9, 10. 1890 fasc. 11, 12. 8⁰.

K. sächsisches meteorologisches Institut in Chemnitz:

Deutsches meteorologisches Jahrbuch für 1888. I. Hälfte. 1889. Fol.
1. und 2. vorläufige Mittheilung aus den Jahrbüchern. 1890. 4⁰.

Editorial Committee in Christiania:

The Norwegian North Atlantic-Expedition 1876—1878. XIX. Actinida by D. C. Danielssen. 1890. Fol.

Chemiker-Zeitung in Cöthen:

Chemiker-Zeitung 1889 Nr. 92—104. 1890 Nr. 2—49. Fol.

Iowa Weather Service in Des Moines, Iowa:

Report 1878, 1879, 1880, 1882, 1883, 1884, 1885, 1887. 1888—89. 8⁰.

Royal College of Physicians in Edinburgh:

Reports from the Laboratory. Vol. II. 1890. 8⁰.

Royal Physical Society in Edinburgh:

Proceedings. Session 1888—89. 8⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Emden:

74. Jahresbericht für 1888/89. 1890. 8⁰.

Reale Accademia dei Georgofili in Florenz:

Atti. 4. Serie. Vol. XII. disp. 4. Vol. XIII. 1889/90. 8⁰.

R. Istituto di studi superiori in Florenz:

Archivio della scuola d'anatomia patologica. Vol. III. IV. 1885—86. 8⁰.
Fano (Giulio), Sui movimenti volontari nella testuggine palustre. 1884. gr. 8⁰.
Roiti e Pasqualini, Osservazioni sull' elettricità. Memoria II. 1885. gr. 8⁰.
Magrini (Franco), Osservazioni sull' elettricità. 1888. gr. 8⁰.

Senckenbergische naturforschende Gesellschaft in Frankfurt a. M.:

Bericht 1889. 8⁰.
Abhandlungen. Bd. XVI. Heft 1. 1890. 4⁰.

Physikalischer Verein in Frankfurt a. M.:

Jahresbericht für d. J. 1887—1888. 1889. 8⁰.
Desgl. „ „ „ 1888—1889. 1890. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Frankfurt a. O.:

Monatl. Mittheilungen a. d. Gesammtgebiete d. Naturwissenschaften 7. Jahrg. Nr. 6—11. 1889—90. 8⁰.
Societatum Litterae. 3. Jahrg. Nr. 10—12. 1889. 8⁰.

Société de physique et d'histoire naturelle in Genf:

Mémoires. Tom. XXX. partie 2. 1889—90. 4⁰.

Kruidkundig Genootschap Dodonaea in Gent:

Botanisch Jaarboek. II. Jaarg. 1890. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Greifswald:

Mittheilungen. 21. Jahrg. 1889. Berlin 1890. 8⁰.

Musée Teyler in Harlem:

Archives. Serie II. Vol. III. partie 4. 1890. 4⁰.
Catalogue de la bibliothèque par C. Ekama. Vol. II. livr. 1—3. 1889. 8⁰.

Nova Scotia Institute of natural Science in Halifax, Nova Scotia:

Proceedings and Transactions. Vol. VII. part 3. 1889. 8⁰.

Kaiserlich Leopoldin. Carolin. D. Akademie der Naturforscher in Halle a. S.:

Nova Acta. Bd. 52. 53. 1888—1889. 4⁰.
Katalog der Bibliothek. Lief. 2. 1889. 8⁰.
Leopoldina. Heft XXV. Nr. 19—24. Heft XXVI. Nr. 1—10. 1889—90. 4⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen in Halle:

Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. 62. Heft 3—6. 1889. 8⁰.

Mathematische Gesellschaft in Hamburg:

Festschrift zu ihrem 20jährigen Jubelfeste 1890. II. Theil. Leipzig 1890. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Hamburg:

Abhandlungen. Bd. XI. Heft 1. 1889. 4⁰.

Naturhistorische Gesellschaft in Hannover:

38. und 39. Jahresbericht. 1890. 8⁰.

Universität in Heidelberg:

Ueber die verschiedenen Beziehungen äusserer Kräfte zur Gestaltung der Pflanze. Akademische Rede v. Ernst Pfitzer. 1889. 4⁰.

Societas pro Fauna et Flora Fennica in Helsingfors:

Meddelanden. Heft XV. 1888—89. 8⁰.
Acta Societatis. Vol. V. pars 1. 1888. 8⁰.
Notae conspectus Florae Fennicae, auctore Hjalmar Hjelt. 1888. 8⁰.
Herbarium musei Fennici. Editio II. Pars 1. 1889. 8⁰.

Société de géographie de Finlande in Helsingfors:

Fennia. Bulletin de la société de géographie de Finlande. Nr. 2, 3. 1890. 8⁰.

Siebenbürgischer Verein für Naturwissenschaften in Hermannstadt:

Verhandlungen und Mittheilungen. 39. Jahrgang. 1889. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Innsbruck:

Berichte. XVIII. Jahrg. 1888/89. 8.

Medicinisch-naturwissenschaftliche Gesellschaft in Jena:

Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. XXIV. Heft 1. 2. 3. 1889/90. 8⁰.

Section médicale de la Société des Sciences expérimentales in Kharkow:

Trudy, 1889. Heft 1—3. 1890. 8⁰.

Ministerial-Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel:

Ergebnisse der Beobachtungs-Stationen. Jahrg. 1888. Heft X—XII. Berlin 1890. 4⁰.

Naturhistorisches Landes-Museum in Klagenfurt:

Jahrbuch, Heft 19. 20. 1888—89. 8⁰.
Jahresbericht des naturhist. Landesmuseums 1888. kl. 8⁰.
Bericht über die Wirksamkeit des naturhistor. Landesmuseums im Jahr 1886. kl. 8.
Diagramme. Witterungsjahr 1887. 1888. 1889. kl. Fol.

Aerztliche naturwissenschaftliche Gesellschaft in Klausenburg:

Orvos-természettudományi Értesitó (Nachrichtenblatt). 6 Hefte. 1889. 8⁰.
Értesitó. Zeitschrift. 4 Hefte. 1890. 8⁰.

K. Akademie der Wissenschaften in Kopenhagen:

Skrifter. Mathemat. Afd. V, 1. 2. 1889. 4⁰.
— Naturvid. Afd. Bd. VI. Nr. 1. 1890. 4⁰.

Botanischer Verein in Landshut:

11. Bericht 1888—89. 1889. 8⁰.

Société Vaudoise des sciences naturelles in Lausanne:

Bulletin. 3. Série. Vol. XXV. Nr. 100. 1889. 8⁰.

Archiv der Mathematik und Physik in Leipzig:

Archiv. II. Reihe. Theil VIII. Heft 4. Theil IX. Heft 1. 1890. 8⁰.

K. Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig:

Register zu Jahrgang 1846—1885 der Berichte und Bd. I—XII der Abh. der math.-phys. Klasse. 1889. 8.
Abhandlungen der math.-phys. Klasse. Bd. XV. Nr. 7-9. 1889. 4⁰.
Berichte der math.-phys. Klasse. Nr. II—IV. 1890. 8⁰.

Journal für praktische Chemie in Leipzig:

Journal. N. Folge. Bd. 40. Heft 11. Bd. 41. Heft 1—11. 1889/90. 8⁰.

Royal Institution of Great Britain in London:

Proceedings. Vol. XII, part III, Nr. 83. 1889. 8⁰.
List of Members. July 1889. 8⁰.

H. M. Stationery Office in London:

Report on the scientific Results of the exploring voyage of H. M. S. Challenger. Physiks and Chemistry. Vol. II. 1889. 4⁰.

R. Astronomical Society in London:

Monthly Notices. Vol. 50. Nr. 2—7. 1889/90. 8⁰.

Chemical Society in London:

Journal. Supplementary-No. of 1889 and No. 326—331. Jan.—June 1890. 8⁰.
Abstracts of the Proceedings. Nr. 71—79. Session 1889—90. 8⁰.

Geological Society in London:

The quarterly Journal of the geological Society. Vol. XLV, part 1—4. 1889. 8⁰.
List of Members. Nov. 1st, 1889. 8⁰.

Medical and chirurgical Society in London:

Medico-chirurgical Transactions. Vol. 72. 1889. 8⁰.

Royal Microscopical Society in London:

Journal. 1889 December. 1890 January, February, March. 8⁰.

Zoological Society in London:

Transactions. Vol. XII. part 10. 1889. 4⁰.
Proceedings. 1889 part 4. 1890. 8⁰.

Zeitschrift „Nature" in London:

Nature. Vol. 41. Nr. 1049. 1051—54. 1056—1069. Vol. 42. Nr. 1070—73. 1889/90. 4⁰.

Société géologique de Belgique in Lüttich:

Annales. Tom. XVII. livr. 1. 1890. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Magdeburg:

Jahresbericht und Abhandlungen 1888. 1889. 8⁰.

Victorian Institute of Engineers in Melbourne:

Rules for electrical Installations. 1889. 8⁰.

Public Library of Victoria in Melbourne:

Prodromus of the Zoology of Victoria, by Frederick McCoy. 1889. 8⁰.

Observatorio meteórologico-magnético central de Mexico:

Boletin mensual. Tom. II. Nr. 1—4. 1889. 4⁰.

Sociedad cientifica „Antonio Alzate" in Mexico:

Memorias. Tom. III. cuad. 1—6. 1889. 8⁰.

Sociedad de historia natural in Mexico:

La Naturaleza. Serie II. Tom. I. cuad. 6. 1889. Fol.

Deutscher wissenschaftlicher Verein in Mexico:

Mittheilungen. Bd. I. Heft I. 1890. Fol.

Società dei Naturalisti in Modena:

Atti. Ser. III. Vol. XIII. Anno XXIII. Fasc. 2. 1889. 8⁰.

Société impériale des naturalistes in Moskau:

Bulletin. 1889 Nr. 3. 1890. 8⁰.

Deutsche Gesellschaft für Anthropologie in Berlin und München:

Correspondenz-Blatt. 20. Jahrg. Nr. 10—12. 1889. 21. Jahrgang Nr. 1—4. 1890. München. 8⁰.

K. bayer. Staatsministerium des Innern für Kirchen- und Schulangelegenheiten in München:

Geognostische Jahreshefte. II. Jahrg. 1889. Cassel. 4⁰.
Der Rheinstrom und seine wichtigsten Nebenflüsse. Herausgegeben von dem Centralbureau für Meteorologie und Hydrographie im Grossherzogthum Baden. Berlin 1889. Text u. Atlas in Fol.
Die internationale Polarforschung 1882—1883. Die deutschen Expeditionen und ihre Ergebnisse. Bd. II. Hamburg. 1890. 8⁰.

Société des sciences in Nancy:

Bulletin des séances. 1889 Nr. 2—5. 8⁰.

Accademia delle scienze fisiche e matematiche in Neapel:

Rendiconto. Ser. II. Vol. III. Nr. 1—12. 1889. 4⁰.

Institute of Engineers in Newcastle-upon-Tyne:

Transactions. Vol. 38. part 4. 5. 1890. 8⁰.

American Journal in New-Haven:

The American Journal of Science. 3. Ser. Vol. 38. Nr. 227. 228. Vol. 39. Nr. 229. 230. 231. 1889—90. 8⁰.

Astronomical Observatory of Yale University in New-Haven:

Transactions. Vol. I. part 2. 1889. 4⁰.
Report for the year 1888/89. 8⁰.

Academy of sciences in New-York:

Transactions. Vol. VIII. Nr. 5—8. Vol. IX. Nr. 1. 2. New-Haven 1889. 8⁰.
Annals. Vol. IV. Nr. 12. Vol. V. Nr. 1—3. 1889. 8⁰.

American Museum of Natural History in New-York:

Bulletin. Vol. I. Nr. 1—8. Vol. II. Nr. 1. 2. 1881—1889. 8⁰.
Annual Reports. 1870—1889. 17 Vols. 8⁰.

American Chemical Society in New-York:

Journal. Vol. VI. Nr. 5. 1884. Vol. VIII. Nr. 10. 1886. Vol. XII. Nr. 5. 1890. 8⁰.

American Geographical Society in New-York:

Bulletin. Vol. XXI. No. 4 and Supplement, Vol. XXII. Nr. 1. 1889/90. 8⁰.

Neurussische naturwissenschaftliche Gesellschaft in Odessa:

Sapiski. Tom. XIV. Heft 2. 1889. 8⁰.
Sapiski (mathematische Abtheilung). Tom. X. 1889. 8⁰.

Geological Survey of Canada in Ottawa:

Contributions to the micro-palaeontology of the Cambro-silurian rocks of Canada. Part. II. Montreal 1889. 8⁰.
Annual Report. (New Series.) Vol. III. part 1. 2. and Maps. Montreal 1889. 8⁰.

Società Veneto-Trentina di scienze naturali in Padua:

Atti. Vol. XI. Fasc. 2. 1889. 8⁰.

Circolo matematico in Palermo:

Rendiconti. Tom. III. 1889 fasc. 6. Tom. IV. 1890 1—4. gr. 8⁰.
Annuario 1890. Statuto della Società. 8⁰.

Académie de médecine in Paris:

Bulletin. 1889 Nr. 51. 52. 1890 Nr. 1—24. 8⁰.

Académie des Sciences in Paris:

Comptes rendus. Tom. 109 Nr. 26. 27. Tom. 110 Nr. 1 — 24. 1889/90. 4⁰.

Ministère de commerce, de l'industrie et des colonies in Paris:

Exposition universelle internationale de 1889. — Congrès international de bibliographie des sciences mathématiques. — Procès-verbal sommaire. 1889. 8⁰.

Moniteur scientifique in Paris:

Moniteur. Livr. 577—582. Janvier — Juin 1890. gr. 8⁰.

Revue internationale de l'électricité in Paris:

Revue. Tom. IX. Nr. 96. Tom. X. Nr. 97—108. 1889/90. 4⁰.

Société de géographie in Paris:

Compte rendu 1889 Nr. 15—17. 1890 Nr. 1—11. 8⁰.
Bulletin. VII. Ser. Tom. X. trim. 3. 4. 1889. 8⁰.

Société mathématique de France in Paris:

Bulletin. Tom. XVII. Nr. 6. Tom. XVIII. Nr. 1. 2—4. 1889/90. 8⁰.

Société zoologique de France in Paris:

Bulletin. Tom. XIV. Nr. 10. Tom. XV. Nr. 1—5. 1889/90. 8⁰.
Mémoires pour l'année 1889. Tom. II. Nr. 4. 8⁰.

Accademia medico-chirurgica in Perugia:

Atti e rendiconti. Vol. II. fasc. 1. 1890. 8⁰.

Comité géologique in Petersburg:

Bibliothèque géologique de la Russie Nr. 5. 1889. 1890. 8⁰.
Bulletins. VIII. Nr. 6—8. 1889. 8⁰.
Mémoires. Vol. IX. Nr. 1. Vol. XI. Nr. 1. 1889. 4⁰.

Botanischer Garten in St. Petersburg:

Acta horti Petropolitani. Tom. XI. fasc. 1. 1890. 8⁰.

Chemisch-physikalische Gesellschaft an der k. Universität in St. Petersburg:

Schurnal. Tom. XXI. Heft 9. Tom. XXII. Nr. 1—5. 1889/90. 8⁰.

Physikalisches Central-Observatorium in St. Petersburg:

Annalen. Jahrg. 1888. Th. I. II. 1889. 4⁰.
Repertorium für Meteorologie. Bd. XII. 1889. 4⁰.

Academy of natural sciences in Philadelphia:

Proceedings 1889, part III. 1890, part I. 1890. 8⁰.

American Pharmaceutical Association in Philadelphia:

Proceedings at the 37th annual Meeting at San Francisco 1889. 8⁰.

Wagner Free Institute of Science in Philadelphia:

Transactions. Vol. II. 1889. 4⁰.

Journal of comparative medicine in Philadelphia:

Journal. Vol. XI. Nr. 1—6. 1890. 8⁰.

American philosophical Society in Philadelphia:

Proceedings. Vol. XXVI. Nr. 130. 1889. 8⁰.
Transactions. New Ser. Vol. XVI. part III. 1890. 4⁰.

Second geological Survey of Pennsylvania in Philadelphia:

Dictionary of Fossils. Vol. I. A—M. 1889. 8⁰.
Annual Report for 1887. Harrisburg. 1889. 8⁰.
South Mountain Sheets. C. 1, 2, 3, 4. D. 2, 3, 4, 5.
Southern Anthracite Atlas, part II. Eastern Middle Atlas, part III. Northern Anthracite Atlas, part V. 1890. 8⁰.

Società Toscana di scienze naturali in Pisa:

Atti. Memorie. Vol. X. 1889. 4⁰.
Atti. Processi verbali. Vol. VI. pag. 255—302. Vol. VII. pag. 1—80. 1889—90. gr. 8⁰.

K. böhmische Gesellschaft der Wissenschaften in Prag:

Abhandlungen der mathem.-phys. Classe. 7. Folge. Bd. 3. 1890. 4⁰.

Mathematisch-physikalische Gesellschaft in Prag:

Časopis. Bd. XIX. Heft 2—5. 1888/90. 8⁰.

K. K. Sternwarte zu Prag:

Astronomische Beobachtungen in den Jahren 1885—1887. Appendix zum 46.—48. Jahrgang. 1890. 4⁰.

Sternwarte in Pulkowa:

Observations de Poulkowa. St. Petersburg 1889. Fol.
Ed. Lindemann, Photometrische Messung der Grössenklassen der Bonner Durchmusterung. St. Petersb. 1889. Fol.
Stern-Ephemeriden auf das Jahr 1890, v. W. Doellen. S. P. 1890. 8⁰.
Sammlung der Beobachtungen von Sternbedeckungen während der totalen Mondfinsterniss 28. Jan. 1888 von Otto Struve. S. P. 1889. 8⁰.

K. B. botanische Gesellschaft in Regensburg:

Denkschriften. Bd. VI. 1890. 4⁰.

Naturforscher-Verein zu Riga:

Arbeiten. Neue Folge. Heft 6. 1889. 8⁰.
Korrespondenzblatt. Heft XXXII. und Nachtrag zu Heft XXXI. 1889. 8⁰.

Observatorio in Rio de Janeiro:

Revista do observatorio 1889 Nr. 12. 1890 Nr. 1—4. gr. 8⁰.

Observatorio meteorologico da repartição dos telegraphos do Brazil in Rio de Janeiro:

Boletins mensaes. Vol. I—III. Anno de 1886—88. 8⁰.

Brasilianische Regierung in Rio de Janeiro:

Relatorio annual da estação agronomica de Campinos em 1889 por F. W. Dafert. São Paulo 1890. Fol.

Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei in Rom:

Atti. Anno 41. 1887—88. Sessione I—VIII. Anno 42. Sessione I—III. 1888—89. 4⁰.

R. Comitato geologico d'Italia in Rom:

Bollettino. 1889. Nr. 11. 12. 1890. 1—4. 8⁰.

Lick Observatory in Sacramento, California:

Reports on the observations of the total eclipse of the sun. 1889. 8⁰.

Naturwissenschaftliche Gesellschaft in St. Gallen:

Bericht über die Jahre 1887/88. 1889. 8⁰.

Commissão geographica e geologica de São Paulo (Brasilien):

Boletim. Nr. 1—8. 1889. 8⁰.

R. Accademia dei Fisiocritici in Siena:

Atti. Ser. IV. Vol. I. Fasc. 10. Vol. II. 1—4. 1889/90. 8⁰.

K. Akademie der Wissenschaften in Stockholm:

Meteorologiska Jakttagelser i Sverige 1880—1884. Bd. 22—26. 1885—1889. 4⁰.

Institut Royal Géologique de Suède in Stockholm:

Cartes géologiques. Serie Aa. Nr. 84. 100. 103—107. 1889. 8⁰,
Serie Bb, Nr. 94. 96. 1890. 4⁰.
Serie C. Nr. 92 · 111. 113—115. 1888—90. 4⁰ u. 8⁰.
G. Löfstrand, Apatiten i Norrbotten. 1890. 8⁰.
Liste des publications de l'Institut 1862—1890. 1890. 8⁰.

Société des Sciences in Strassburg:

Bulletin mensuel 1889 fasc. 10. 1890. Tom. XXIV. fasc. 1—5. 1889/90. 8⁰.

Australian Association for the Advancement of Science in Sydney:

The Report and Papers. Vol. I. 1888. 8⁰.

Royal Society of New South Wales in Sydney:

Journal and Proceedings. Vol. XXIII. part I. 1889. 8⁰.
Catalogue of the scientific Books in the Library. Part 1. 1889. 8⁰.

Observatorio astronómico in Tacubaya (Mexiko):

Anuario. Anno X. 1890. 1889. 8⁰.

Astronomisches Observatorium in Taschkent:

Sapiski (Annalen). Vol. III. 1890. 4⁰.

Physikalisches Observatorium in Tiflis:

Meteorologische Beobachtungen, 1887—1888. 1889. 8⁰.

Imperial University of Japan in Tokio:

The Journal of the College of Science. Vol. III. part 3. 1889. 4⁰.

Kansas Academy of Science in Topeka:

Transactions. Vol. XI. 1889. 8⁰.

Canadian Institute in Toronto:

Proceedings. III. Ser. Vol. VII. fasc. 1. 1889. 8⁰.
Annual Report. Session 1888/89. 1889. 8⁰.

Società Adriatica di Scienze naturali in Triest:

Bollettino. Vol. XII. 1890. 8⁰.

R. Accademia delle Scienze in Turin:

Osservazione meteorologiche fatte nell' anno 1888. 1889. 8⁰.

Bureau of Ethnology in Washington:

5. and 6. annual Report 1883—84 and 1884—85 by J. W. Powell. 1887/88. 4⁰.
Bulletins. Nr, I—V. 1888/89. 8⁰.

U. S. Department of Agriculture in Washington:

North American Fauna Nr. 1. 2. 1889. 8⁰.
The english Sparrow in North America by Walter B. Barrows. 1889. 8⁰.

U. S. Naval Observatory in Washington:

Observations, 1884. Appendix I. 1889. 4⁰.

Surgeon General's Office in Washington:

Index-Catalogue of the Library. Vol. X. O—Pfütsch. 1889. 4⁰.

U. S. Geological Survey in Washington:

Monograph XIII. with Atlas. Monograph XIV. 1888. 4⁰.
Bulletin Nr. 48—53. 1888/89. 8⁰.
7th annual Report 1885—86. 1888. gr. 8⁰.

United States Coast and Geodetic Survey in Washington:

Bulletin Nr. 13—17. 1889. 4⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein des Harzes in Wernigerode:

Schriften. Bd. IV. 1889. 8⁰.

K. K. Akademie der Wissenschaften in Wien:

Denkschriften. Mathem.-naturw. Klasse. Bd. 55. 1889. 4⁰.
Sitzungsberichte. Mathem.-naturw. Klasse.
I. Abth. 1888 Nr. 6—10. 1889 Nr. 1—3.
II. „ a) 1888 Nr. 8—10. 1889 Nr. 1—3.
II. „ b) 1888 Nr. 8—10. 1889 Nr. 1—3.
III. „ 1888 Nr. 7—10. 1889 Nr. 1—4.
und Register zu Bd. 91—96.

K. K. geologische Reichsanstalt in Wien:

Jahrbuch. Jahrg. 1889. Bd. XXXIX. Heft 3. 4. 1889. 4⁰.
Abhandlungen. Bd. XIII. Heft. 1. Bd. XV. Heft 1 u. 2. 1889. Fol.
Verhandlungen. 1889 Nr. 13—18. 1890 Nr. 1—5. 4⁰.

K. K. Gesellschaft der Aerzte in Wien:

Wiener klinische Wochenschrift. 3. Jahrg. 1890, Nr. 1—8. 10—26. Fol.

Anthropologische Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Bd. XIX. Heft 4. Bd. XX. Heft 1. 2. 1889/90. 4⁰.

Geographische Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Bd. XXXII. 1889. 8⁰.

Zoologisch-botanische Gesellschaft in Wien:

Verhandlungen. Bd. XXIV. 3. u. 4. Quartal. 1889. 8⁰.

K. K. naturhistorisches Hofmuseum in Wien:

Annalen. Bd. IV. Nr. 4. Bd. V. Nr. 1. 2. 1890. 8⁰.

Section für Naturkunde des österreichischen Touristen-Clubs in Wien:

Mittheilungen. 1. Jahrg. 1889. Fol.

Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien:

Schriften. 29. Bd. 1888/89. 1889. 8⁰.

Physikalisch-medicinische Gesellschaft in Würzburg:

Verhandlungen. N. F. Bd. XXIII. Bd. XXIV. Nr. 1—4. 1890. 8⁰.
Sitzungsberichte. Jahrg. 1889 u. 1890 Nr. 1—5. 8⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Zürich:

Vierteljahresschrift. Jahrg. 34. Heft 3. u. 4. 1889. 8⁰.

Von folgenden Herren:

M. Berthelot in Paris:

La révolution chimique. Lavoisier. Paris 1890. 8⁰.

Ludwig Böhm in München:

Carl Emil v. Schafhäutl (Ausschnitt). 1890. 8⁰.

Wilhelm Bühler in Stuttgart:

Zwei Materien mit drei Fundamental-Gesetzen v. W. Bühler. 1890. 8⁰.

Daniel Colladon in Genf:

Réfutation péremptoire d'une brochure intitulée: Étude historique sur l'emploi de l'air comprimé par Dufresne-Sommeiller. 1890. 4⁰.

A. v. Kölliker in Würzburg:

Ueber den feineren Bau des Rückenmarks. Würzburg 1890. 8⁰.
Zur feineren Anatomie des centralen Nervensystems. Leipzig 1890. 8⁰.

A. Kurz in Augsburg:

Das schematische Auge des Menschen. 1888. 8⁰.
Erklärung des Volta'schen Fundamentalversuches. 1888. 8⁰.
Die barometrische Höhenformel im physikalischen Unterrichte. 1888. 8⁰.
Gegen die Kontakttheorie. 1888. 8⁰.
Absolute Potenzialwerthe der Metalle im Wasser. 1890. gr. 8⁰.
Das Auge und die allgemeine Linse. II. Mittheilung. 1890. 8⁰.
Einfluss der Erddrehung auf tangential bewegte Körper. 1890. 8⁰.
Ueber Clebsch's Principien der mathematischen Optik. 1890. 8⁰.

Le Prince Albert Ier de Monaco:

Résultats de ses campagnes scientifiques. Fasc. 1. 1889. 4⁰.

Edward C. Pickering in Cambridge, Mass.:

Henry Draper Memorial, 4th annual Report. 1890. 4⁰.
On the Spectrum of ζ ursae majoris. New-Haven 1890. 8⁰.

Ferdinand Rosenberger in Braunschweig:

Die Geschichte der Physik. III. Theil. 2. Abth. 1890. 8⁰.

F. v. Sandberger in Würzburg:

Ueber Steinkohlenformation im Schwarzwald. Wien 1890. 4°.

Arcangelo Scacchi in Neapel:

La regione vulcanica fluorifera della Campania. Florenz 1890. 4°.
Appendice alla I^a memoria sulla lava Vesuviana del 1631. 1889. 4°.
I proietti agglutinanti dell' incendio vesuviana del 1631. 1889. 4°.

Michele Stossich in Triest:

Prospetto della Fauna del mare Adriatico. Parte III. IV. V. 1880—83. 8°.
Il genere Trichosoma Rudolphi. 1890. 8°.
Vermi parassitti in animali della Croazia. Agram 1889. 8°.
Elminti Veneti. Trieste 1890. 8°.
Brani di elmintologia Tergestina. Ser. I e VIII. 1883 e 1890. 8°.

Agostino Todaro in Palermo:

Hortus botanicus Panormitanus. Tom. II. fasc. 6. 1890. Fol.

Rudolf Wolf in Zürich:

Astronomische Mittheilungen. Nr. 74 u. 75. 1889. 8°.

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 8. November 1890.

---

1. Herr C. M. v. BAUERNFEIND bringt einen Nachtrag zu den Mittheilungen II und III: „über die Ergebnisse aus Beobachtungen der terrestrischen Refraction". Derselbe wird als Ergänzung der früheren Mittheilungen in die Denkschriften aufgenommen werden.

2. Herr H. SEELIGER legt das fertig gewordene: „erste Münchener Sternverzeichniss enthaltend die mittleren Oerter von 33082 Sternen (in den Neuen Annalen der k. Sternwarte in Bogenhausen bei München, Bd. I)", welches er mit Herrn JULIUS BAUSCHINGER auf Kosten der Akademie herausgegeben hat, vor.

3. Herr H. SEELIGER spricht ferner: „über die interpolatorische Darstellung einer Funktion durch eine nach Kugelfunktionen fortschreitende Reihe".

4. Herr H. SEELIGER theilt endlich die Resultate einer Arbeit: „über den Zusammenstoss und die Theilung

planetarischer Massen" mit. Dieselbe wird in den Denkschriften erscheinen.

5. Herr L. SOHNCKE macht eine Mittheilung betreffend: „die Entdeckung des Eintheilungsprincips der Krystalle durch Hessel". Die Arbeit kommt anderwärts zur Veröffentlichung.

Ueber die interpolatorische Darstellung einer Function durch eine nach Kugelfunctionen fortschreitende Reihe.

Von H. Seeliger.

(*Eingelaufen 8. November.*)

Mit derselben Allgemeinheit, mit der man eine Function einer Variablen durch eine Reihe darstellen kann, die nach Sinus und Cosinus der Vielfachen der Variablen fortschreitet, kann man bekanntlich eine Function zweier Variablen nach Kugelfunctionen entwickeln. In der Astronomie und Physik tritt nun sehr häufig die Aufgabe auf, aus gegebenen Werthen der unbekannten Function die unbestimmten Constanten der allgemeinen Reihenentwickelung zu berechnen. Im Allgemeinen bleibt nun freilich nichts übrig, als die in linearer Form auftretenden Constanten durch die gewöhnlichen Ausgleichungsmethoden zu berechnen, was bei einigermassen grosser Anzahl derselben stets mit bedeutender Mühe verbunden ist. Wählt man aber, und dies ist in vielen Fällen der Praxis ausführbar, die Werthe, welche den Verlauf der Function angeben, in ganz bestimmter Weise, so lassen sich die genannten mühsamen Rechnungen zum grössten Theil vermeiden. Für eine Function einer Variablen gelangt man bekanntlich zu solch einfachen Rechenvorschriften, wenn man aequidistante Argumentenwerthe zu Grunde legt.

Die für diesen Fall aufgestellten Formeln zu Berechnung der Coefficienten der Sinus- und Cosinusreihen lassen an Ein-

fachheit nichts zu wünschen übrig und geben für diese die besten Werthe im Sinne der Methode der kleinsten Quadrate.

Genau dasselbe gilt nun auch von der Bestimmung der Coefficienten einer nach Kugelfunctionen fortschreitenden Reihe, wenn man die Vorschriften anwendet, welche Fr. Neumann entwickelt hat. Diese schöne und wichtige Methode führt aber geradezu auf ein Minimum von Rechenarbeit, wenn man gewisse Hülfstafeln zur Verfügung hat. Der Nutzen derselben ist in die Augen fallend und ihr Vorhandensein für eine leichte Anwendbarkeit der Neumann'schen Methode sehr wünschenswerth. Ich habe mich deshalb der Berechnung solcher Tabellen unterzogen und theile dieselben im Folgenden mit.

Die Vorschriften Fr. Neumann's selbst hier abzuleiten ist um so weniger nöthig, als dieselben ausser in der Originalabhandlung[1]) erst neuerlich eine sehr durchsichtige und allgemein zugängliche Darstellung[2]) erfahren haben. Ich werde mich deshalb nur auf dasjenige beschränken, was zum Verständniss der Tabellen und zu deren Anwendung erforderlich ist.

Es seien die gegebenen Werthe der Function f auf einer Kugelfläche (etwa der Erde) ausgebreitet. ϑ ($\cos\vartheta = \mu$) sei die Nordpolardistanz, φ die geographische Länge. Setzt man dann:

$$f(\mu, \varphi) = {}_n\sum_0^p Y^n \qquad \text{I)}$$

so handelt es sich um die Bestimmung der Coefficienten der Kugelfunction Y^n vom Grade n. Man hat aber allgemein

$$Y^n(\mu, \varphi) = {}_i\sum_0^n (A_{ni} \cos i\varphi + B_{ni} \sin i\varphi)\, P_{ni}(\mu)$$

1) Fr. Neumann. Astronom. Nachr. Band 15, pag. 313 etc.

2) Vorlesungen über die Theorie des Potentiales etc. von Fr. Neumann, herausgegeben von C. Neumann. Leipzig 1887. pg. 131 ff.

worin die A und B die $2n+1$ willkürlichen also jetzt zu bestimmenden Constanten sind und

$$P_{ni}(\mu) = (1-\mu^2)^{\frac{1}{2}} \frac{d^i P^n(\mu)}{d\mu^i}$$

wenn P^n die Laplace-Legendre'sche Kugelfunction n^{ten} Grades von einer Variablen ist.

Die Fr. Neumann'sche Methode schreibt nun vor: Gegeben seien die $2p(p+1)$ Functionswerthe:

$$\begin{array}{llll}
f(\mu_1, 0), & f\left(\mu_1, \frac{\pi}{p}\right) \cdots & f\left(\mu_1, (2p-1)\frac{\pi}{p}\right) \\
f(\mu_2, 0), & f\left(\mu_2, \frac{\pi}{p}\right) \cdots & f\left(\mu_2, (2p-1)\frac{\pi}{p}\right) \\
- & - \quad - \quad - & - \quad - \quad - \\
f(\mu_{p+1}, 0), & f\left(\mu_{p+1}, \frac{\pi}{p}\right) \cdots & f\left(\mu_{p+1}, (2p-1)\frac{\pi}{p}\right)
\end{array}$$

worin $\mu_1 \cdots \mu_{p+1}$ die $p+1$ Wurzeln der Gleichung

$$P^{p+1}(\mu) = 0$$

sind.

Man bestimmt nun zunächst für jedes

$$\lambda = 1, 2, \cdots p+1$$

und

$$i = 0, 1, 2 \cdots p$$

die Grössen C und S durch

$$\text{II)} \quad \begin{cases} \varepsilon_i\, p\, C_i(\mu_\lambda) = \sum\limits_{\nu=0}^{2p-1} f\left(\mu_\lambda, \nu\frac{\pi}{p}\right) \cos \nu \frac{i\pi}{p} \\[2ex] p\, S_i(\mu_\lambda) = \sum\limits_{\nu=0}^{2p-1} f\left(\mu_\lambda, \nu\frac{\pi}{p}\right) \sin \nu \frac{i\pi}{p} \end{cases}$$

worin $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \ldots \varepsilon_{p-1} = 1$; $\varepsilon_0 = \varepsilon_p = 2$

Hieraus ergiebt sich:

$$1) \quad \begin{cases} A_{ni} = \frac{2n+1}{2} \frac{\Pi(n-i)}{\Pi(n+i)} \sum\limits_{\lambda=1}^{p+1} a_\lambda P_{ni}(\mu_\lambda)\, C_i(\mu_\lambda) \\[2ex] B_{ni} = \frac{2n+1}{2} \frac{\Pi(n-i)}{\Pi(n+i)} \sum\limits_{\lambda=1}^{p+1} a_\lambda P_{ni}(\mu_\lambda)\, S_i(\mu_\lambda) \end{cases}$$

Hierin bedeutet $\Pi(\lambda) = 1.\,2\ldots\lambda$ und die Zahlen a ergeben sich durch die Auflösung des Systemes linearer Gleichungen:

$$2)\qquad \begin{gathered} a_1\,\mu_1^\lambda + a_2\,\mu_2^\lambda + \cdots + a_{p+1}\,\mu_{p+1}^\lambda = \alpha_\lambda \\ \lambda = 0, 1, \cdots p;\ \alpha_\lambda = \int_{-1}^{+1} x^\lambda\,dx \end{gathered}$$

Setzt man aber

$$\mathfrak{A}_{ni}(\mu_\lambda) = \frac{2n+1}{2}\,\frac{\Pi(n-i)}{\Pi(n+i)}\,a_\lambda\,P_{ni}(\mu_\lambda)$$

so wird einfach

$$\text{III)}\qquad \begin{cases} A_{ni} = \lambda\sum\limits_1^{p+1} \mathfrak{A}_{ni}(\mu_\lambda)\ \ C_i(\mu_\lambda) \\ B_{ni} = \lambda\sum\limits_1^{p+1} \mathfrak{A}_{ni}(\mu_\lambda)\ \ S_i(\mu_\lambda) \end{cases}$$

Man kann nun die Zahlen $\mathfrak{A}_{ni}$ ein für alle Mal für bestimmte Werthe von p berechnen und in einfachen und wenig umfangreichen Tabellen unterbringen. Dann ist die Berechnung der gesuchten A und B durch die höchst einfachen Formeln II) und III) gegeben. Solche Tabellen enthält nun das Folgende und zwar bis $p+1=7$, welche Grenze auch in der Gauss'schen Abhandlung: Methodus nova integralium valores per approximationem inveniendi 1814 (Werke Band III) eingehalten ist. Diese wunderbare Arbeit enthält bis $p+1=7$ nicht nur die numerischen Werthe der Wurzeln der Gleichung

$$P^{p+1}(\mu) = 0$$

sondern auch die Grössen a. Es ist nämlich

$$\mu = 2\,a\ (\text{Gauss}) - 1$$
$$a = 2\,R\,(\text{Gauss})$$

Um die letztere Beziehung, die nicht unmittelbar einleuchtend ist, einzusehen, braucht nur daran erinnert zu werden, dass die Gauss'sche Abhandlung unser a_1 so definirt:

$$a_1 = \left(\frac{x-\mu_1}{P^{p+1}(x)}\right)_{x=\mu_1} \cdot \int_{-1}^{+1} \frac{P^{p+1}(x)}{x-\mu_1}\, dx$$

Man kann nun leicht zeigen, dass die directe Auflösung des Systemes 2) auf dieselbe Form führt. Setzt man nämlich

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ \mu_1 & \mu_2 & \cdots & \mu_{p+1} \\ \mu_1^2 & \mu_2^2 & \cdots & \mu_{p+1}^2 \\ \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\ \mu_1^p & \mu_2^p & \cdots & \mu_{p+1}^p \end{vmatrix}$$

und bezeichnet man die auftretenden Partialdeterminanten mit δ, so hat man

$$3) \qquad \begin{aligned} \Delta &= \delta_0 + \mu_1 \delta_1 + \mu_1^2 \delta_2 + \cdots + \mu_1^p \delta_p \\ &= (\mu_2 - \mu_1)(\mu_3 - \mu_1) \cdots (\mu_{p+1} - \mu_1) \\ &\qquad (\mu_3 - \mu_2) \cdots (\mu_{p+1} - \mu_2) \\ &\qquad\qquad - \quad - \quad - \\ &\qquad\qquad\qquad (\mu_{p+1} - \mu_p) \end{aligned}$$

Die Auflösung von 2) giebt aber:

$$4) \qquad \Delta a_1 = \alpha_0 \delta_0 + \alpha_1 \delta_1 + \cdot + \alpha_p \delta_p$$

Bezeichnet man den von μ_1 freien Theil von Δ mit C so ist nach 3)

$$\Delta = C(\mu_2 - \mu_1)(\mu_3 - \mu_1) \cdots (\mu_{p+1} - \mu_1)$$

Weiter ist, weil $\mu_1 \cdots \mu_{p+1}$ Wurzeln von $P^{p+1}(\mu) = 0$ sind

$$P^{p+1}(x) = \varepsilon (x-\mu_1)(x-\mu_2) \cdots (x-\mu_{p+1})$$

wo ε der Zahlencoefficient des Gliedes x^{p+1} in dem Ausdrucke der Kugelfunction ist. Man kann hiernach schreiben

$$\Delta \varepsilon = (-1)^p \cdot C \left(\frac{P^{p+1}(x)}{x-\mu_1}\right)_{x-\mu_1}$$

Nun ist $\frac{P^{p+1}(x)}{x-\mu_1}$ eine ganze Function vom Grade p d. h.

$$5) \qquad \frac{P^{p+1}(x)}{x-\mu_1} = \beta_0 + \beta_1 x + \cdots + \beta_p x^p$$

Hieraus ergiebt sich zunächst:

$$\Delta = (-1)^p \frac{C}{\varepsilon} (\beta_0 + \beta_1 \mu_1 + \cdots + \beta_p \mu_1^p)$$

und dann durch Vergleichung mit 3)

$$\delta_i = (-1)^p \cdot \frac{C}{\varepsilon} \beta_i$$

Durch Einsetzen in 4) ergiebt sich:

$$\Delta a_1 = (-1)^p \frac{C}{\varepsilon} (\alpha_0 \beta_0 + \alpha_1 \beta_1 + \cdots + \alpha_p \beta_p)$$

was man aber mit Hülfe der obigen Gleichungen und der in 2) gegebenen Definition von α_λ schreiben kann:

$$a_1 = \left(\frac{x - \mu_1}{P^{p+1}(x)}\right)_{x = \mu_1} \cdot \int_{-1}^{+1} \frac{P^{p+1}(x)}{x - \mu_1} dx$$

welches der von Gauss benutzte Ausdruck ist.

Sind die Coefficienten A und B bekannt, so kann man die Function f in der expliciten Form aufstellen:

$$\left.\begin{aligned} f(\mu, \varphi) = {} & (P_{00} A_{00} + P_{10} A_{10} + \cdots + P_{p0} A_{p0}) \\ & + (P_{11} A_{11} + P_{21} A_{21} + \cdots + P_{p1} A_{p1}) \cos \varphi \\ & + (P_{11} B_{11} + P_{21} B_{21} + \cdots + P_{p1} B_{p1}) \sin \varphi \\ & + (P_{22} A_{22} + P_{32} A_{32} + \cdots + P_{p2} A_{p2}) \cos 2\varphi \\ & + (P_{22} B_{22} + P_{32} B_{32} + \cdots + P_{p2} B_{p2}) \sin 2\varphi \\ & - \quad - \quad - \quad - \quad - \\ & + P_{pp} A_{pp} \cos p \varphi \end{aligned}\right\}$$

Die einzelnen P_{ni} sind mit der bei wirklicher Anwendung erforderlichen Ausführlichkeit in Tabelle 1 zusammengestellt.

Zur Erklärung der nun folgenden Tabellen ist dem Mitgetheilten nur wenig hinzuzufügen. Da die $\mathfrak{A}_{ni}$ stets kleiner als 1 sind, so ist in den Logarithmen die Kennziffer -10 fortgeblieben. Die Tafeln selbst habe ich mit wesentlicher Beihülfe des Herrn Dr. Anding strenge siebenstellig berech-

net und dann auf 6 Stellen abgekürzt, so dass die letzte Stelle in den Logarithmen im Allgemeinen bis auf 1 oder 2 Einheiten richtig sein wird, was für die meisten praktischen Anwendungen genügen dürfte. Die Rechnungen wurden zwar nur einmal ausgeführt, ihre Richtigkeit ist aber durch mehrere sehr durchgreifende Controlen wahrscheinlich sicherer geprüft, als durch eine Neurechnung.

Solcher Controlgleichungen lassen sich natürlich mit Hülfe der bekannten Relationen zwischen Kugelfunctionen sehr viele ableiten. Als besonders geeignet im vorliegenden Falle wurden aber gefunden

$$\sum_i \mathfrak{A}_{ni} P_{ni} = 1$$

und

$$a = \frac{2}{2n+1} \sum_0^n{}_i \frac{\Pi(n+i)}{\Pi(i)\,\Pi(n-i)} \cdot \operatorname{tg}^2 \frac{\vartheta}{2} \cdot \mathfrak{A}_{ni}$$

weil bei passender Anwendung sich diese beiden Formeln in der sicheren Prüfung der berechneten Zahlen auf das Beste ergänzen.

Tabelle 1.

$x = \cos\vartheta$ $\qquad P_{ni}(+x) = \sin^i\vartheta\, P_i^n(x)$

$P_i^n(x) = \dfrac{d^i P^n(x)}{dx^i}$ $\qquad P_{ni}(-x) = (-1)^{n-i} \cdot P_{ni}(x)$

$P^0(x) = 1$

$P_0^1(x) = x$	$P_0^2(x) = 1.5x^2 - 0.5$	$P_0^3(x) = x(-1.5 + 2.5x^2)$	$P_0^4(x) = 0.375 - 3.75x^2 + 4.375x^4$
$P_1^1(x) = 1$	$P_1^2(x) = 3x$	$P_1^3(x) = -1.5 + 7.5x^2$	$P_1^4(x) = x(-7.5 + 17.5x^2)$
	$P_2^2(x) = 3$	$P_2^3(x) = 15x$	$P_2^4(x) = -7.5 + 52.5x^2$
		$P_3^3(x) = 15$	$P_3^4(x) = 105x$
			$P_4^4(x) = 105$

$P_0^5(x) = x(1.875 - 8.75x^2 + 7.875x^4)$	$P_0^6(x) = -0.3125 + 6.5625x^2 - 19.6875x^4 + 14.4375x^6$
$P_1^5(x) = 1.875 - 26.25x^2 + 39.375x^4$	$P_1^6(x) = x(13.125 - 78.75x^2 + 86.625x^4)$
$P_2^5(x) = x(-52.5 + 157.5x^2)$	$P_2^6(x) = 13.125 - 236.25x^2 + 433.125x^4$
$P_3^5(x) = -52.5 + 472.5x^2$	$P_3^6(x) = x(-472.5 + 1732.5x^2)$
$P_4^5(x) = 945x$	$P_4^6(x) = -472.5 + 5197.5x^2$
$P_5^5(x) = 945$	$P_5^6(x) = 10395x$
	$P_6^6(x) = 10395$

Tabelle 2.

$p + 1 = 3$

log $\mathfrak{A}_{ni}$

n	i	μ_1	μ_2	μ_3
0	0	9.443698	9.647818	9.443698
1	0	9.809894_n	$-\infty$	9.809894
1	1	9.420819	9.823909	9.420819
2	0	9.744728	0.045758_n	9.744728
2	1	9.531743_n	$-\infty$	9.531743
2	2	8.841638	9.443698	8.841638

num. $\mathfrak{A}_{ni}$

n	i	μ_1	μ_2	μ_3
0	0	0.277778	0.444444	0.277778
1	0	−0.645497	0	0.645497
1	1	0.263523	0.666667	0.263523
2	0	0.555556	−1.111111	0.555556
2	1	−0.340207	0	0.340207
2	2	0.069444	0.277778	0.069444

	a	log a	log μ	ϑ
1	0.555556	9.744728	9.889076_n	140° 46′ 6″.5
2	0.888889	9.948847	$-\infty$	90
3	0.555556	9.744728	9.889076	39 13 53.5

Tabelle 3.

$p + 1 = 4$

log $\mathfrak{A}_{ni}$

n	i	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4
0	0	9.240368	9.513314	9.513314	9.240368
1	0	9.652561_n	9.521890_n	9.521890	9.652561
1	1	9.122643	9.662733	9.662733	9.122643
2	0	9.726326	9.726326_n	9.726326_n	9.726326
2	1	9.279563_n	9.416037_n	9.416037	9.279563
2	2	8.448615	9.255849	9.255849	8.448615
3	0	9.569405_n	9.973023	9.973023_n	9.569405
3	1	9.321173	9.054029_n	9.054029_n	9.321173
3	2	8.529815_n	8.933432_n	8.933432	8.529815
3	3	7.522775	8.597154	8.597154	7.522775

num. $\mathfrak{A}_{ni}$

n	i	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4
0	0	0.173927	0.326073	0.326073	0.173927
1	0	— 0.449326	— 0.332576	0.332576	0.449326
1	1	0.132630	0.459974	0.459974	0.132630
2	0	0.532508	— 0.532508	— 0.532508	0.532508
2	1	— 0.190355	— 0.260637	0.260637	0.190355
2	2	0.028094	0.180239	0.180239	0.028094
3	0	— 0.371027	0.939772	— 0.939772	0.371027
3	1	0.209495	— 0.113247	— 0.113247	0.209495
3	2	— 0.033870	— 0.085789	0.085789	0.033870
3	3	0.003333	0.039551	0.039551	0.003333

	$\log a$	$\log \mu$	ϑ
1	9.541398	9.935072_n	149° 26′ 39″.8
2	9.814344	9.531455_n	109 52 32.6
3	9.814344	9.531455	70 7 27.4
4	9.541398	9.935072	30 33 20.2

Tabelle 4.

$p + 1 = 5$

$\log \mathfrak{A}_{ni}$

n	i	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5
0	0	9.073584	9.378969	9.453998	9.378969	9.073584
1	0	9.507920_n	9.587251_n	— ∞	9.587251	9.507920
1	1	8.875906	9.480705	9.630089	9.480705	8.875906
2	0	9.636913	8.891361_n	9.851938_n	8.891361_n	9.636913
2	1	9.054969_n	9.433714_n	— ∞	9.433714	9.054969
2	2	8.121924	9.026138	9.249878	9.026138	8.121924
3	0	9.618547_n	9.844601	— ∞	9.844601_n	9.618547
3	1	9.133997	8.899589	9.396006_n	8.899589	9.133997
3	2	8.225267_n	8.903427_n	— ∞	8.903427	8.225267
3	3	7.116131	8.319760	8.617854	8.319760	7.116131
4	0	9.418295	9.870401_n	9.982271	9.870401_n	9.418295
4	1	9.147219_n	9.078858	— ∞	9.078858_n	9.147219
4	2	8.275569	8.515947	8.726999_n	8.515947	8.275569
4	3	7.182490_n	8.160065_n	— ∞	8.160065	7.182490
4	4	5.948416	7.451459	7.823909	7.451459	5.948416

num. $\mathfrak{A}_{n\,i}$

n	i	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5
0	0	0.118463	0.239314	0.284444	0.239314	0.118463
1	0	−0.322048	−0.386590	0	0.386590	0.322048
1	1	0.075146	0.302486	0.426667	0.302486	0.075146
2	0	0.433424	−0.077868	−0.711111	−0.077868	0.433424
2	1	−0.113493	−0.271465	0	0.271465	0.113493
2	2	0.015241	0.106203	0.177778	0.106203	0.015241
3	0	−0.415477	0.699199	0	−0.699199	0.415477
3	1	0.136144	0.079358	−0.248889	0.079358	0.136144
3	2	−0.016798	−0.080062	0	0.080062	0.016798
3	3	0.001307	0.020881	0.041481	0.020881	0.001307
4	0	0.261997	−0.741996	0.960000	−0.741996	0.261997
4	1	−0.140352	0.118538	0	−0.118538	0.140352
4	2	0.018861	0.032806	−0.053333	0.032806	0.018861
4	3	−0.001522	−0.014457	0	0.014457	0.001522
4	4	0.000089	0.002828	0.006667	0.002828	0.000089

Logarithmen

				ϑ
a_1	9.374614	μ_1	9.957214_n	154° 58′ 57″6
a_2	9.679999	μ_2	9.731161_n	122 34 46.2
a_3	9.755027	μ_3	$-\infty$	90
a_4	9.679999	μ_4	9.731161	57 25 13.8
a_5	9.374614	μ_5	9.957214	25 1 2.4

Tabelle 5.

$p + 1 = 6$ $\log \mathfrak{A}_{ni}$

n	i	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5	μ_6
0	0	8 932790	9.256190	9.369136	9.369136	9.256190	8.932790
1	0	9.379546$_n$	9.553651$_n$	9.223963$_n$	9.223963	9.553651	9.379546
1	1	8.666687	9.307460	9.532497	9.532497	9.307460	8.666687
2	0	9.537150	9.147719	9.685726$_n$	9.685726$_n$	9.147719	9.537150
2	1	8.858170$_n$	9.349647$_n$	9.132051$_n$	9.132051	9.349647	8.858170
2	2	7.844282	8.802426	9.189556	9.139556	8.802426	7.844282
3	0	9.576020$_n$	9.531227	9.724728	9.724728$_n$	9.531227$_n$	9.576020
3	1	8.957324	9.147457	9.152905$_n$	9.152905$_n$	9.147457	8.957324
3	2	7.960044$_n$	8.768893$_n$	8.663389$_n$	8.663389	8.768893	7.960044
3	3	6.770064	8.045581	8.494802	8.494802	8.045581	6.770064
4	0	9.512349	9.842126$_n$	9.568057	9.568057	9.842126$_n$	9.512349
4	1	9.000848$_n$	7.783788$_n$	9.200475	9.200475$_n$	7.783788	9.000848
4	2	8.027822	8.593496	8.395859$_n$	8.395859$_n$	8.593496	8.027822
4	3	6.848843$_n$	7.975064$_n$	7.981652$_n$	7.981652	7.975064	6.848843
4	4	5.533925	7.126813	7.688127	7.688127	7.126813	5.533925
5	0	9.287441$_n$	9.766515	9.935079$_n$	9.935079	9.766515$_n$	9.287441
5	1	9.000301	9.012706$_n$	8.626545	8.626545	9.012706$_n$	9.000301
5	2	8.061730$_n$	8.157746$_n$	8.477304	8.477304$_n$	8.157746	8.061730
5	3	6.897404	7.806361	7.476025$_n$	7.476025$_n$	7.806361	6.897404
5	4	5.590711$_n$	7.034302$_n$	7.152982$_n$	7.152982	7.034302	5.590711
5	5	4.178882	6.089141	6.762547	6.762547	6.089141	4.178882

num. $\mathfrak{A}_{ni}$

n	i	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5	μ_6
0	0	0.085662	0.180381	0.233957	0.233957	0.180381	0.085662
1	0	−0.239632	−0.357808	−0.167480	0.167480	0.357808	0.239632
1	1	0.046418	0.202983	0.340798	0.340798	0.202983	0.046418
2	0	0.344469	0.140514	−0.484983	−0.484983	0.140514	0.344469
2	1	−0.072139	−0.223690	−0.135535	0.135535	0.223690	0.072139
2	2	0.006987	0.063449	0.137897	0.137897	0.063449	0.006987
3	0	−0.376721	0.339803	0.530552	−0.530552	−0 339803	0.376721
3	1	0.090641	0.140429	−0.142202	−0.142202	0.140429	0.090641
3	2	−0.009121	−0.058734	−0.046067	0.046067	0.058734	0.009121
3	3	0.000589	0.011107	0.031247	0.031247	0.011107	0.000589
4	0	0.325349	−0.695226	0.369877	0.369877	−0.695226	0.325349
4	1	−0.100196	−0.006078	0.158663	−0.158663	0.006078	0.100196
4	2	0.010662	0.039219	−0.024881	−0.024881	0.039219	0.010662
4	3	−0.000706	−0.009442	−0.009586	0.009586	0.009442	0.000706
4	4	0.000034	0.001339	0.004877	0.004877	0.001339	0.000034
5	0	−0.193839	0.584137	−0.861151	0.861151	−0.584137	0.193839
5	1	0.100069	−0.102969	0.042320	0.042320	−0.102969	0.100069
5	2	−0.011527	−0.014380	0.030013	−0.030013	0.014380	0.011527
5	3	0.000790	0.006403	−0.002992	−0.002992	0.006403	0.000790
5	4	−0.000039	−0.001082	−0.001422	0.001422	0.001082	0.000039
5	5	0.000002	0.000123	0.000579	0.000579	0.000123	0.000002

Logarithmen

a_1	9.233819	μ_1	9.969635_n	$\vartheta_1 =$	$158^0\ 49'\ 23''.2$
a_2	9.557220	μ_2	9.820339_n	$\vartheta_2 =$	$131\ \ 23\ \ 31.8$
a_3	9.670166	μ_3	9.377705_n	$\vartheta_3 =$	$103\ \ 48\ \ 18.2$
a_4	9.670166	μ_4	9.377705	$\vartheta_4 =$	$76\ \ 11\ \ 41.8$
a_5	9.557220	μ_5	9.820339	$\vartheta_5 =$	$48\ \ 36\ \ 28.2$
a_6	9.233819	μ_6	9.969635	$\vartheta_6 =$	$21\ \ 10\ \ 36.8$

Tabelle 6.

$p + 1 = 7$

$\log \mathfrak{A}_{n\,i}$

n	i	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5	μ_6	μ_7
0	0	8.811189	9.145671	9.280840	9.320104	9.280840	9.145671	8.811189
1	0	9.265626_n	9.492922_n	9.366322_n	$-\infty$	9.366322	9.492922	9.265626
1	1	8.485524	9.148432	9.417850	9.496195	9.417850	9.148432	8.485524
2	0	9.440196	9.356260	9.382818_n	9.718044_n	9.382818_n	9.356260	9.440196
2	1	8.684688_n	9.240410_n	9.248059_n	$-\infty$	9.248059	9.240410	8.684688
2	2	7.603556	8.594890	8.998557	9.115984	8.998557	8.594890	7.603556
3	0	9.509829_n	8.958949	9.771017	$-\infty$	9.771017_n	8.958949_n	9.509829
3	1	8.796008	9.157223	8.430385_n	9.262112_n	8.430385_n	9.157223	8.796008
3	2	7.726999_n	8.611148_n	8.753046_n	$-\infty$	8.753046	8.611148	7.726999
3	3	6.469776	7.789537	8.327453	8.483961	8.327453	7.789537	6.469776
4	0	9.503480	9.661256_n	9.328407_n	9.848378	9.328407_n	9.661256_n	9.503480
4	1	8.857156_n	8.822571_n	9.167745	$-\infty$	9.167745_n	8.822571	8.857156
4	2	7.805415	8.526716	7.660290	8.593105_n	7.660290	8.526716	7.805415
4	3	6.556236_n	7.768811_n	8.044958_n	$-\infty$	8.044958	7.768811	6.556236
4	4	5.174073	6.822261	7.494426	7.690015	7.494426	6.822261	5.174073
5	0	9.413240_n	9.801721	9.741786_n	$-\infty$	9.741786	9.801721_n	9.413240
5	1	8.881441	8.352059_n	8.946042_n	9.157377	8.946042_n	8.352059_n	8.881441
5	2	7.853330_n	8.319062_n	8.352349	$-\infty$	8.352349_n	8.319062	7.853330
5	3	6.614682	7.679208	7.304058	7.777165_n	7.304058	7.679208	6.614682
5	4	5.238539_n	6.779541_n	7.189936_n	$-\infty$	7.189936	6.779541	5.238539
5	5	3.759466	5.736081	6.542494	6.777165	6.542494	5.736081	3.759466
6	0	9.172685	9.668350_n	9.870184	9.928897_n	9.870184	9.668350_n	9.172685
6	1	8.873604_n	9.933660	8.739475_n	$-\infty$	8.739475	8.933660_n	8.873604
6	2	7.877494	7.839205	8.238596_n	8.326837	8.238596_n	7.839205	7.877494
6	3	6.652253_n	7.509515_n	7.376453	$-\infty$	7.376453_n	7.509515	6.652253
6	4	5.283596	6.685129	6.563583	6.849716_n	6.563583	6.685129	5.283596
6	5	3.809333_n	5.678761_n	6.223405_n	$-\infty$	6.223405	5.678761	3.809333
6	6	2.251079	4.556120	5.496782	5.770535	5.496782	4.556120	2.251079

num. $\mathfrak{A}_{n\,i}$

n	i	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5	μ_6	μ_7
0	0	0.064742	0.139853	0.190915	0.208980	0.190915	0.139853	0.064742
1	0	−0.184343	−0.311115	−0.232446	0	0.232446	0.311115	0.184343
1	1	0.030586	0.140745	0.261728	0.313469	0.261728	0.140745	0.030586
2	0	0.275547	0.227123	−0.241445	−0.522449	−0.241445	0.227123	0.275547
2	1	−0.048382	−0.173944	−0.177035	0	0.177035	0.173944	0.048382
2	2	0.004014	0.039345	0.099668	0.130612	0.099668	0.039345	0.004014
3	0	−0.323466	0.090981	0.590224	0	−0.590224	−0.090981	0.323466
3	1	0.062518	0.143623	−0.026939	−0.182857	−0.026939	0.143623	0.062518
3	2	−0.005333	−0.040846	−0.056630	0	0.056630	0.040846	0.005333
3	3	0.000295	0.006159	0.021255	0.030476	0.021255	0.006159	0.000295
4	0	0.318772	−0.458412	−0.213013	0.705306	−0.213013	−0.458412	0.318772
4	1	−0.071971	−0.066462	0.147145	0	−0.147145	0.066462	0.071971
4	2	0.006389	0.033629	0.004574	−0.039184	0.004574	0.033629	0.006389
4	3	−0.000360	−0.005872	−0.011091	0	0.011091	0.005872	0.000360
4	4	0.000015	0.000664	0.003122	0.004898	0.003122	0.000664	0.000015
5	0	−0.258964	0.633463	−0.551805	0	0.551805	−0.633463	0.258964
5	1	0.076110	−0.022494	−0.088316	0.143673	−0.088316	−0.022494	0.076110
5	2	−0.007134	−0.020848	0.022509	0	−0.022509	0.020848	0.007134
5	3	0.000412	0.004778	0.002014	−0.005986	0.002014	0.004778	0.000412
5	4	−0.000017	−0.000602	−0.001549	0	0.001549	0.000602	0.000017
5	5	0.000001	0.000054	0.000349	0.000599	0.000349	0.000054	0.000001
6	0	0.148828	−0.465962	0.741624	−0.848980	0.741624	−0.465962	0.148828
6	1	−0.074749	0.085834	−0.054888	0	0.054888	−0.085834	0.074749
6	2	0.007542	0.006906	−0.017322	0.021224	−0.017322	0.006906	0.007542
6	3	−0.000449	0.003232	0.002379	0	−0.002379	0.003232	0.000449
6	4	0.000019	0.000484	0.000366	−0.000707	0.000366	0.000484	0.000019
6	5	−0.000001	−0.000048	−0.000167	0	0.000167	0.000048	0.000001
6	6	0	0.000004	0.000031	0.000059	0.000031	0.000004	0

Logarithmen

a_1	9.112219	μ_1	9.977316_n	$\vartheta_1 = 161^0\ 38'\ 31''.7$
a_2	9.446701	μ_2	9.870129_n	$\vartheta_2 = 137\ \ 51\ \ 43.2$
a_3	9.581870	μ_3	9.608360_n	$\vartheta_3 = 113\ \ 56\ \ 38.8$
a_4	9.621134	μ_4	$-\infty$	$\vartheta_4 = 90$
a_5	9.581870	μ_5	9.608360	$\vartheta_5 = 66\ \ 3\ \ 21.2$
a_6	9.446701	μ_6	9.870129	$\vartheta_6 = 42\ \ 8\ \ 16.8$
a_7	9.112219	μ_7	9.977316	$\vartheta_7 = 18\ \ 21\ \ 28.3$

Sitzung vom 6. Dezember 1890.

1. Herr E. LOMMEL macht eine Mittheilung: „Berechnung von Mischfarben." Dieselbe ist für die Denkschriften bestimmt.

2. Herr P. GROTH legt eine Abhandlung des Herrn Paul Glan, Privatdozent der Physik in Berlin: „ein Spektrosaccharimeter" vor.

3. Herr R. HERTWIG berichtet über den Fortgang der Untersuchungen über die Flora und Fauna des Bodensees, welche bei Gelegenheit der Herstellung der Bodenseekarte von der dazu niedergesetzten internationalen Kommission gemacht werden. Die zoologischen Untersuchungen hat Herr R. HERTWIG mit Herrn Privatdozent Dr. HOFER übernommen. Die Resultate sollen später veröffentlicht werden.

Ein Spektrosaccharimeter.

Von Dr. Paul Glan.

(*Eingelaufen 6. Dezember.*)

Der Apparat dient dazu, das Drehungsvermögen des Zuckers, oder anderer die Polarisationsebene des Lichts drehenden Stoffe, für jede beliebige Farbe des Spektrums zu untersuchen, mit Benützung einer weissen Lichtquelle, der Flamme einer Petroleum-, oder Gaslampe, oder von elektrischem Licht. Er hat den doppelten Vorzug von der Farbe des zu untersuchenden Körpers unabhängig zu sein,

so dass bei ihm das Entfärben von Zuckerlösungen nicht nötig ist und eine grössere Genauigkeit der Messung zu gewähren, als die Apparate, welche Natronlicht, oder das nichthomogene Licht einer weissen Flamme, welches durch eine Lösung des chromsauren Kalis gegangen ist, oder weisses Licht benutzen, weil er die Messung der Drehung im Grün oder Blau gestattet, und Zucker, wie andre Stoffe, die Polarisationsebene dieser Lichtarten erheblich stärker drehen, als die von gelbem Licht. Seine Einrichtung ist die folgende. Der Spalt s_1 befindet sich im Brennpunkt der achromatischen Linse l_1, und das Licht der Flamme, welches eine Linse von kurzer Brennweite auf den Spalt s_1 konzentriert, tritt parallel aus ihr; es geht dann durch ein Glan'sches Polarisationsprisma p_1, welches es geradlinig polarisiert, und dann durch ein Diaphragma, das zur Hälfte

Fig. 1.

1/4 der natürlichen Grösse.

mit einer dünnen Quarzplatte q senkrecht zur Axe geschliffen bedeckt ist. Diese dreht die Polarisationsebene des durch sie gehenden Lichtes um wenige Grade, und zwar für die verschiedenen Farben des weissen Lichtes verschieden viel. Nachdem es dies Diaphragma passiert hat, geht es entweder ungeändert, oder wenn eine Röhre mit Zuckerlösung im Spektrosaccharimeter liegt, durch diese, welche die Polarisationsebenen der einzelnen Farben des durch sie gehenden Lichtes dreht,

und durchläuft nun das drehbare Polarisationsprisma p_2, dessen Drehung an einem geteilten Kreis mit Hülfe eines Nonius bis auf Hundertel eines Grades abgelesen werden kann. Es geht dann durch das Flintglasprisma p, welches das vom Spalt s_1 herrührende und von der Linse l_1 entworfene Bild zum Spektrum entfaltet, von welchem dann die achromatische Linse l_2 ein verkleinertes Bild auf dem in ihrem Focus befindlichen Spalt s_2 entwirft, durch den nur eine Farbe desselben hindurchgeht. Er wird dann durch die achromatische Linse l_3 von kurzer Brennweite in dieser Farbe vergrössert gesehen, wenn sie um ihre Brennweite von ihm absteht. Die Linse l_2 entwirft nun auch von dem Diaphragma mit der Platte q ein Bild hinter der Ebene des Spaltes s_2, zwischen ihm und der Linse l_3, das man mit dieser sehen kann, wenn man sie soweit herauszieht, dass sie um ihre Brennweite von diesem Bilde entfernt ist, und das in der Farbe erscheint, welche vom Spektrum durch den Spalt s_2 getreten ist. Da für jede Farbe die Polarisationsebenen des Lichtes, das durch die unbedeckte und die mit der Platte q bedeckte Hälfte des Diaphragmas gegangen ist, einen Winkel mit einander bilden, so erscheinen diese beiden Hälften nur dann gleich hell, wenn das von ihnen ausgehende Licht das Polarisationsprisma p_2 passiert hat, wenn dessen Polarisationsebene diesen Winkel halbiert, oder zu der Halbierungslinie desselben senkrecht ist. Die letztere Stellung desselben ist diejenige, bei welcher die kleinste Drehung von dieser Stellung aus den grössten Helligkeitsunterschied des Bildes der beiden Hälften bewirkt; sie ist deshalb diejenige, in die man das Polarisationsprisma p_2 bringt, bei der Messung. Dreht man nämlich das letztere von der Stellung, bei der seine Polarisationsebene den Winkel α derjenigen der Hälften des Lichtbündels, welche den freien und bedeckten Teil des Diaphragmas passiert haben, halbiert, um den sehr kleinen Winkel γ, so wird das Helligkeits-

verhältnis dieser beiden Hälften $1 + 4 \tan \frac{\alpha}{2} \sin \gamma$; dreht man es dagegen von der Stellung, bei der seine Polarisationsebene senkrecht zur Halbierungslinie des Winkels α ist, um denselben kleinen Winkel γ, so wird dies Helligkeitsverhältnis $1 - 4 \operatorname{cotan} \frac{\alpha}{2} \sin \gamma$. Es ist also seine Aenderung durch die Drehung um den Winkel γ im letztern Fall grösser, weil der Winkel α nur wenige Grade beträgt. Man stellt den Apparat zuerst wie einen Spektral-Apparat ein, indem man den Spalt s_1 mit Natronlicht beleuchtet, stellt dann den Spalt s_2 sechs Centimeter von der Linse l_2, — er steht dann in ihrem Focus — und zieht nun die Linse l_3 so weit heraus, dass der Spalt s_2 deutlich sichtbar ist. Jetzt bringt man s_1 in eine solche Entfernung von der Linse l_2, dass man das Bild des Spaltes s_1 mit dem Spalt s_2 zugleich deutlich sieht. Dem Spalt s_1 gibt man, im allgemeinen, eine Breite von $^1/_3$ mm etwa, und gibt dem Spalt s_2 eine solche Breite, dass er ebenso breit erscheint, wie das in seiner Ebene entworfene Bild des Spaltes s_1. Dieses füllt dann den Spalt s_2 vollständig aus, wenn das kleine Keppler'sche Fernrohr mit den Linsen l_2 und l_3, welches um die Axe des Tischchens mit dem Flintglasprisma p drehbar ist, durch Drehung passend gestellt ist. Sowohl das Spaltrohr als das Fernrohr können durch je drei Stellschrauben in ihren Lagern gedreht werden, dass das Bild des Spaltes s_1 von der Mitte des Gesichtsfeldes des Keppler'schen Fernrohrs weder nach oben, noch nach unten abweicht, und das vom Spaltrohr ausgehende Licht das von mir angegebene Polarisationsprisma p_2 axial, oder nahezu axial, passiert. Das Bild des Spaltes s_1 kann dann durch Drehung des Polarisators p_2 völlig verlöscht werden. Man kann nun diese Linse l_3 weiter herausziehen, während der Spalt s_2 seine Stellung unverändert behält, bis das Bild des Diaphragmas mit der Platte q deutlich erscheint. Seine

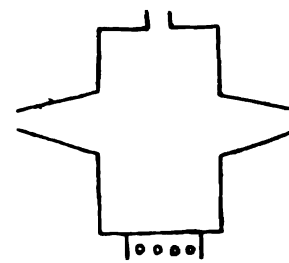
beiden Hälften werden im allgemeinen verschieden hell erscheinen; dreht man indes das Polarisationsprisma p_2, bis das Licht einer Hälfte verlöscht, so wird man durch eine kleine Drehung desselben von dieser Lage aus eine solche finden, bei der die beiden Hälften gleich hell sind, und eine Drehung von wenigen Hundertsteln eines Grades von dieser letztern genügt, um einen merklichen Helligkeitsunterschied der beiden Hälften in ihrem Bilde im Fernrohr hervorzubringen.

Beleuchtet man nun den Spalt s_1 mit weissem Licht, und schiebt die Linse l_3 wieder so weit hinein, dass der Spalt s_2 sichtbar ist, so erscheint er in derjenigen Spektral-Farbe, welche von dem durch das Flintglasprisma p in seiner Ebene entworfenen Spektrum auf ihn fällt, und zieht man nun die Linse l_3 soweit heraus, dass man das Diaphragma mit der Quarzplatte q erblickt, so erscheint dies in dieser Farbe. Um die erblickte Farbe zu charakterisieren, stellt man die Linse l_3 auf den Spalt s_2 ein, und beleuchtet den Spalt s_1 mit Lithium-, Natron-, Thallium-, Strontium-, Rubidium-Licht, und merkt die Stellung des Keppler'schen Fernrohrs mit Hilfe des mit ihm fest verbundenen Nonius an der Teilung am Rande des Tischchens, wenn das Bild des Spaltes s_1 von einer dieser Flammen beleuchtet im Spalt s_2 erscheint. Oder man verengt den erstern und erhellt ihn mit Tageslicht, bis die Fraunhofer'schen Linien im zweiten sichtbar werden. Die Stellungen des Fernrohrs, bei denen je eine von ihnen in seiner Mitte erscheint, bemerkt man gleichfalls an der erwähnten Teilung. Man erhält so eine ausreichende Anzahl fest bestimmter Stellungen des Fernrohrs, bei denen genau charakterisierte homogene Farben durch den Spalt s_2 gehen, für die man das Drehungsvermögen des zu untersuchenden Stoffes mit dem Spektrosaccharimeter bestimmen kann.

Das Spektrosaccharimeter bedarf einer hellen Lichtquelle

und ich habe lichtstarke Lampen mit eigens konstruierten Lichtkondensatoren angewandt. Die Lampen sind Petroleumlampen von mindestens 36 Kerzen Lichtstärke, sogenannte Blitzlampen, welche eine sehr weisse, an blauem und brechbarerem Licht reiche Flamme geben. Der Lichtkondensator, dessen Gestalt Figur 2 zeigt, konzentriert möglichst alles von der runden Flamme der Blitzlampe ausgesandte Licht auf die kleine kreisförmige Oeffnung desselben von 2 cm Durchmesser, aus der das Licht aus ihm austritt, und der möglichst nahe der Spalt s_1 des Spektrosaccharimeters gebracht wird. Er besteht aus einem Blechkasten, dessen Innenwände mit Neusilberplatten belegt sind; die Platten an den Wänden des Kastens, in welche die konischen Kondensatoren nicht eingesetzt sind. divergieren nach der Oeffnung des Lichtkondensators, so dass das auf sie fallende Licht dem konischen Kondensator zugespiegelt wird, aus dem das Licht austritt. Diese konischen Kondensatoren sind innen polierte Kegel aus Neusilberblech, welche an ihrem breiteren Ende eine Weite von etwa 10 cm, an ihrem schmalen eine solche von etwa 2 cm haben. Der eine von ihnen ist an seinem schmalen Ende durch eine Platte von Neusilber verschlossen, welche das auf sie konzentrierte Licht wieder aus dem Kondensator zurückwirft und dem andern zuschickt. Der Lichtkondensator trägt an seinem untern Ende einen durchlöcherten Hals und an seinem obern einen kurzen schornsteinartigen Ansatz, um den Luftwechsel im Innern des Kastens zu begünstigen. Er gibt eine starke Konzentration des Lichts an seiner kleinen kreisförmigen Oeffnung.

Fig. 2.



Ich gebe hier einige Einstellungen auf gleiche Helligkeit

der beiden Hälften des Diaphragmas mit der Platte q, für die Stellung des Polarisators p_2, bei der eine kleine Drehung desselben von der Einstellung auf gleiche Helligkeit den grössten Helligkeitsunterschied der beiden Hälften bewirkt, während keine Röhre mit Flüssigkeit im Apparat lag. Ich bemerke dazu, dass diese Beobachtungen vor der Herstellung des Lichtkondensators mit einer einfachen Gaslampe angestellt sind, welche mit einem schwarzen Blechcylinder mit spaltförmigem Ausschnitt umkleidet war. Sie sind im roten, grünen und blauen Licht des Spektrums ausgeführt, von dem das Blau das äusserste gerade noch sichtbare des Spectrums der Gasflamme war. Die mit einem Fragezeichen versehene Einstellung im Blau habe ich ausgeschlossen, weil ich während derselben gestört wurde. Ausser dem Mittel der einzelnen Einstellungen ist die grösste Abweichung von ihm in Graden und Minuten angegeben.

Rot	Grün	Blau
4·02°	3·43°	2·31°
4·02°	3·43°	2·28°
3·99°	3·46°	2·50° (?)
3·96°	3·43°	2·40°
3·997°	3·437°	2·330°
Gr. A.	Gr. A.	Gr. A.
·037°	·023°	·070°
= 2·2′	= 1·4′	= 4·2′

Ich teile hier weiter eine Anzahl Einstellungen mit, welche sowohl ohne Röhre, wie die vorigen, als nach dem Einlegen einer solchen von 2·16 Decimeter Länge in das Spektrosaccharimeter, welche mit schwach konzentrierter Zuckerlösung gefüllt war, angestellt sind. Ich konnte sie durch die Güte des Herrn Geheimrat Professor Dr. Scheibler in dessen Laboratorium ausführen, wofür ich ihm hier meinen aufrichtigsten Dank ausspreche, in dem ich die ersten Prüf-

ungen des Spektrosaccharimeters anstellte. Sie sind für die dem Natronlicht entsprechende Stelle des Spektrums ausgeführt.

D.

Ohne Röhre.	Mit Röhre.
13·40°	15·45°
13·46°	15·49°
13·43°	15·46°
13·45°	15·467°
13·435°	
Gr. A.	Gr. A.
·035°	·023°
= 2·1′	= 1·4′

Sie ergeben, auch wenn die Röhre mit Flüssigkeit im Spektrosaccharimeter liegt, keine grössere Unsicherheit der Messung. Die Röhren müssen hier mit besonderer Sorgfalt hergestellt werden; wenn ihre Endflächen nicht parallel sind, stellen sie, mit Flüssigkeit gefüllt, ein Flüssigkeitsprisma dar, und bei ihrem Einlegen in das Spektrosaccharimeter kann dann das Spektrum in der Ebene des Spaltes s_2 verschoben werden, und die Farbe des Spektrums sich ändern, welche durch ihn geht. Die Röhren werden deshalb bei ihrer Herstellung auf die Parallelität ihrer Endflächen geprüft, indem der Spalt s_1 mit Natronlicht beleuchtet wird, die Linse l_3 auf den Spalt s_2 eingestellt und dieser so erweitert wird, wenn nötig, dass ihn das Bild des Spaltes s_1 ganz ausfüllt. Dies letztere darf sich dann bei dem Einlegen und Drehen der mit Flüssigkeit gefüllten Röhre im Spektrosaccharimeter gegen den Spalt s_2 nicht verschieben. Am besten ist es, wenn die Verschlussringe der Röhren mit einer Marke versehen werden, erst mit Wasser gefüllt, und mit der Marke nach oben eingelegt werden, und dann die Anfangsstellung des Polarisators p_2 bestimmt wird. Hierauf werden die Röhren mit der drehenden Flüssigkeit gefüllt und wieder

mit der Marke nach oben untersucht. Zum Zwecke von Analysen empfiehlt sich die Benutzung des grünen Lichtes des Spektrums, indem man den Spalt s_1 einmal etwa mit Thalliumlicht beleuchtet, und die Stellung des Fernrohrs an der ihm zugehörigen Teilung merkt, bei der das Bild des Spaltes s_1 in dieser Farbe den Spalt s_2 ausfüllt. Grün ist für das Auge sehr angenehm, was bei einer grössern Anzahl von Messungen von Belang ist, und die Einstellung in dieser Farbe eine sehr sichere.

Ich hoffe, dass das Spektrosaccharimeter auch dem spektralen Studium der Circularpolarisation der Kristalle nützliche Dienste leisten wird, wenn es mit passenden Einrichtungen versehen wird, dass es die allgemeinere Untersuchung der Rotationsdispersion erleichtern und der quantitativen drehungmessenden Analyse förderlich sein wird. Das Spektrosaccharimeter wird von der Firma Lisser und Benecke in Berlin hergestellt.

Oeffentliche Sitzung

zu Ehren Seiner Majestät des Königs und Seiner Königlichen Hoheit des Prinz-Regenten

am 15. November 1890.

Wahlen.

Von der mathematisch-physikalischen Classe wurden gewählt und von Seiner Königlichen Hoheit dem Prinz-Regenten bestätiget:

zum ausserordentlichen Mitgliede:

Herr Dr. Walther Dyck, Professor der Mathematik an der technischen Hochschule zu München;

zu correspondirenden Mitgliedern:

1. Herr Dr. Ernst Mach, Professor der Physik an der Deutschen Universität zu Prag;
2. Lord John William Rayleigh, Professor der Physik an der Royal Institution zu London.

Verzeichniss der eingelaufenen Druckschriften

Juli bis December 1890.

Die verehrlichen Gesellschaften und Institute, mit welchen unsere Akademie in Tauschverkehr steht, werden gebeten, nachstehendes Verzeichniss zugleich als Empfangsbestätigung zu betrachten. — Die zunächst für die philos.-philol. u. histor. Classe bestimmten Druckschriften sind in deren Sitzungsberichten 1890 Bd. II. Heft III verzeichnet.

Von folgenden Gesellschaften und Instituten:

Royal Society of South Australia in Adelaide:

Transactions. Vol. XIII. part 1. 1890. 8⁰.

K. Akademie der Wissenschaften in Amsterdam:

Verhandelingen. Afd. Natuurkunde. Deel XXVII. 1890. 4⁰.

Société des études scientifiques in Angers:

Bulletin. 18e année 1888. 1889. 8⁰.

Johns Hopkins University in Baltimore:

American Chemical Journal. Vol. 12 Nr. 1—6 u. General Index zu Vol. 1—10. 1890. 8⁰.

American Journal of Mathematics. Vol. XII, 3. 4. 1890. 4⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Bamberg:

XV. Bericht. 1890. 8⁰.

K. natuurkundige Vereeniging in Batavia:

Tijdschrift. Bd. 49. 1890. 8⁰.

Museum in Bergen:

Aarsberetning for 1889. 1890. 8⁰.

Centralbureau der internationalen Erdmessung in Berlin:

Verhandlungen der 1889 in Paris abgehaltenen neunten allgemeinen Conferenz der internationalen Erdmessung. 1890. 4⁰.

Deutsche chemische Gesellschaft in Berlin:

Berichte. 23. Jahrgang. Nr. 11—17. 1890. 8⁰.

Deutsche geologische Gesellschaft in Berlin:

Zeitschrift. Bd. 41. Heft 4. Bd. 42. Heft 1. 2. 1890. 8⁰.
Register zu Bd. 31—40. 1890. 8⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Berlin:

Mittheilungen. Nr. 1215—1243. Jahrg. 1889. 1890. 8⁰.

Physiologische Gesellschaft in Berlin:

Centralblatt für Physiologie 1890. Bd. IV. Nr. 5—19. 1890. 8⁰.
Band III. Register. Leipzig und Wien 1890. 8⁰.
Verhandlungen der physiologischen Gesellschaft. Jahrg. 1889—90. Nr. 13—18. 8⁰.

K. preussisches geodätisches Institut in Berlin:

Astronomisch-geodätische Arbeiten. I. Ordnung. 1890. 4⁰.
Das Mittelwasser der Ostsee bei Swinemünde. II. Mitth. 1890. 4⁰.
Jahresbericht. 1889—90. 1890. 8⁰.

K. preussisches meteorologisches Institut in Berlin:

Deutsches meteorologisches Jahrbuch für 1890. Heft 1. 4⁰.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift in Berlin:

Naturwissenschaftliche Wochenschrift. 1890. Nr. 23—52. 1891. Nr. 1. 4⁰.

Zeitschrift für Instrumentenkunde in Berlin:

Zeitschrift. 10. Jahrg. 1890. Heft 7—12 (Juli—Dezember). gr. 8⁰.

Schweizerische geologische Commission in Bern:

Beiträge zu einer geologischen Karte der Schweiz. Lief. XVI. 1890. 4⁰.

Allgemeine Schweizerische Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften in Bern:

Neue Denkschriften. Bd. XXXII. Abth. 1. Basel 1890. 4⁰.
Atti della società elvetica delle scienze naturali adunata in Lugano. 9—11. September 1889 (nebst franz. Uebersetzung). Lugano 1890. 8⁰.

Philosophical Society in Birmingham:

Proceedings. Vol. VII. part 1. 1889—90. 8⁰.

Naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande in Bonn:

Verhandlungen. 46. Bd. 2. Hälfte. 47. Bd. 1. Hälfte. 1889/90. 8⁰.

Société Linnéenne in Bordeaux:

Actes. Vol. 42. 1888. 8⁰.

Société des sciences physiques et naturelles in Bordeaux:

Mémoires. 3e Série. Tom. IV et V, 1 et Appendix aux Vol. IV. et V. 1888/89. 8⁰.

American Academy of Arts and Sciences in Boston:

Proceedings. Vol. XXIV. 1889. 8⁰.

Académie R. de médecine in Brüssel:

Bulletin. IV. Série. Tom. IV. Nr. 6—11. 1890. 8⁰.
Mémoires couronnés in 8⁰. Tom. X. Fasc. 2. 3. 1890. 8⁰.

Société entomologique in Brüssel:

Annales. Tom. XXXIII. 1889. 8⁰.

Ungarische Akademie der Wissenschaften in Budapest:

Természettudományi Értekezések. (Naturw. Abhandlungen.) XVIII, 6. 7. XIX, 1—10. 1889—90. 8⁰.
Mathematikai Értekezések. (Mathematische Abhandlungen.) XIV, 2. 3. 1889. 8⁰.
Mathematikai Értesítö. (Mathem. Anzeiger.) VII, 4—9. VIII, 1—5. 1889—90. 8⁰.
Mathematikai Közlemények. (Mathem. Mittheilungen.) Bd. XXIII, 4. 1889. 4⁰.
Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn. Bd. VII. Berlin 1890. 8⁰.

Ungarische naturwissenschaftliche Gesellschaft in Budapest:

Daday, Myriopoda regni Hungariae. 1889. 4⁰.
Ulbricht, Analysis vini. 1889. 8⁰.

Instituto y Observatorio de marina de San Fernando, Cadiz:

Catalogo de la biblioteca. 1889. 8⁰.
Almanaque nautico para el año 1892. 1890. 8⁰.
Anales. Seccion 2a. Año 1889. 1890. fol.

Geological Museum in Calcutta:

Records of the geological Survey of India. Vol. XXIII, 2. 3. 1890. 8⁰.

Philosophical Society in Cambridge:

Proceedings. Vol. VII. Part 2. 1890. 8⁰.

Museum of comparative zoology in Cambridge, Mass:

Bulletin. Vol. XX. Nr. 1—3. 1890. 8⁰.
Bulletin. Vol. XVI. Nr. 9. 1890. 8⁰.

Accademia Gioenia in Catania:

Bullettino mensile. Marzo e Apr. 1890. N. Ser. fasc. XIII. e. XIV. 8⁰.

Elisha Mitchell scientific Society in Chapel Hill, North Carolina:

Journal. Vol. VI. part 2. 1890. 8°.

K. sächsisches meteorologisches Institut in Chemnitz:

Deutsches meteorologisches Jahrbuch für 1888. II. Hälfte oder Abth. III. 1890. 4°.

Norwegische Commission der Europäischen Gradmessung in Christiania:

Geodätische Arbeiten. Heft VI. VII. 1888. 4°.

Naturforschende Gesellschaft Graubündens in Chur:

Jahresbericht. N. F. 33. Jahrg. 1888/89. 1890. 8°.

Chemiker-Zeitung in Cöthen:

Chemiker-Zeitung. 1890. Nr. 50—99. fol.

Academia nacional de ciencias in Córdoba (Rep. Argent.):

Boletin. Tom. X. Nr. 3. Buenos-Aires 1889. 8°.
Actas. Tom. VI. Text und Atlas. Buenos-Aires 1889. 4°.

Naturforschende Gesellschaft in Danzig:

Monographie der baltischen Bernsteinbäume, von H. Conwentz. 1890. 4°.
Schriften. N. F. Bd. VII. Heft 3. 1890. 8°.

École polytechnique in Delft:

Annales. Tom. V. livr. 3. 4. Tom. VI. livr. 1. Leiden 1890. 4°.

Colorado scientific Society in Denver, Col.:

Proceedings. Vol. III. part 2. 1889. 8°.

Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Dorpat:

Sitzungsberichte. Bd. 9. Heft 1. 1889. 1890. 8°.
Schriften. V. 1890. 4°.

Union géographique du Nord de la France in Douai:

Bulletin. Tom. 1889. Juillet—Décembre. 8°.

Royal Irish Academy in Dublin:

Proceedings. III. Series. Vol. I. part 3. 1890. 8°.

Royal Dublin Society in Dublin:

The scientific Proceedings. N. S. Vol. VI. part 7—9. 1889/90. 8°.

Pollichia in Dürkheim a. H.:

Mittheilungen. Nr. 1—4. Dürkheim und Neustadt 1888—90. 8°.

Geological Society in Edinburgh:

Transactions. Vol. VI. part 1. 1890. 8⁰.

Royal Society in Edinburgh:

Proceedings. Vol. XV. XVI. Session 1887—88 and 1888—89. 1887—89. XVII. p. 1—400. 1890. 8⁰.
Transactions. Vol. XXXIII. part 3. Vol. XXXIV. part 1—4. 1888—90. 4⁰.

Reale Accademia dei Georgofili in Florenz:

Atti. IVª Serie. Tom. XIII. disp. 2. 1890. 8⁰.

Senckenbergische naturforschende Gesellschaft in Frankfurt a. M.:

Bericht. 1890. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Frankfurt a/O.:

Monatliche Mittheilungen aus dem Gesammtgebiete der Naturwissenschaften. 7. Jahrg. 1889/90. Nr. 12. 8. Jahrg. 1890/91. Nr. 1—7. 8⁰.
Societatum Litterae 1890 Nr. 1—9. 8⁰.

Observatoire in Genf:

Résumé méteorologique de l'année 1889. 1890. 8⁰.

Verein der Aerzte in Steiermark zu Graz:

Mittheilungen. XXVI. Vereinsjahr 1889. 1890. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark in Graz:

Mittheilungen. Jahrg. 1889. 1890. 8⁰.

Kaiserlich Leopold. Carolinische deutsche Akademie der Naturforscher in Halle:

Leopoldina. Heft XXVI. Nr. 11—20. 1890. 4⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen in Halle:

Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. 63. Heft 1—5. 1890. 8⁰.

Société Hollandaise des sciences in Harlem:

Archives Néerlandaises. Tom. XXIV, Nr. 2. 3. 1890. 8⁰.

Finländische Gesellschaft der Wissenschaften in Helsingfors:

Bidrag till kännedom af Finnlands Natur och Folk. Heft 48. 1889. 8⁰

Royal Society of Tasmania in Hobarttown:

Papers and Proceedings for 1889. Tasmania 1890. 8⁰.

Medicinisch-naturwissenschaftliche Gesellschaft in Jena:

Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. 24. Heft 4. 1890. 8⁰.

Ministerial-Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel:

Ergebnisse der Beobachtungs-Stationen. Jahrg. 1889. Heft 1—9. Berlin 1890. qu. 4⁰.

Aerztlicher naturwissenschaftlicher Verein in Klausenburg:

3 Hefte der Zeitschrift Értesitö. 1890. 8⁰.

Physikalisch ökonomische Gesellschaft in Königsberg:

Schriften. 30. Jahrg. 1889. 1890. 4⁰.

K. Akademie der Wissenschaften in Kopenhagen:

Naturvidensk. Afd. Bd. V. Nr. 3. Bd. VII. 1. 2. 1890. 4⁰.

Akademie der Wissenschaften in Krakau:

Pamiętnik (Arbeiten). Mathem. Classe. Bd. XVI. XVII. 1889—90. 4⁰.
Rozprawy (Sitzungsberichte). Mathematische Classe. Bd. 19. 20. 1889/90. 8⁰.
Sprawozdanie Komisyi fizyjograficznej. tom. 22—24. 1888—89. 8⁰.
Zbiór wiadomości do antropolgii krawjowej. tom. 13. 1889. 8⁰.
Atlas geologiczny. I. II. 1887—88. 8⁰ und Atlas in fol.

Société Vaudoise des sciences naturelles in Lausanne:

Bulletin. 3e Série. Vol. XXV. Nr. 101. 1890. 8⁰.

Sternwarte in Leiden:

Annalen. Vol. 5. 6. 1890. 4⁰.
Verlag van den Staat der Sterrenwacht te Leiden. a) 1886—1888. b) 1888—1889. 1888—89. 8⁰.

Archiv der Mathematik und Physik in Leipzig:

Archiv. II. Reihe. Theil IX. Heft 2. 3. 1890. 8⁰.

Astronomische Gesellschaft in Leipzig:

Vierteljahrsschrift. 25. Jahrg. Heft 2. 1890. 8⁰.
Catalog der Astronomischen Gesellschaft. Abtheilung I. Stück 4 und 14. 1890. 4⁰.

K. Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig:

Abhandlungen der mathem.-physik. Classe. Bd. XVI. Nr. 1. 2. 1890. 4⁰.
Berichte. Mathem.-physik. Classe. 1890. 1. 2. 1890. 8⁰.

Journal für praktische Chemie in Leipzig:

Journal. N. F. Bd. 42. Heft 1—11. 1890. 8⁰.

Verein für Erdkunde in Leipzig:

Mittheilungen 1889. 1890. 8⁰.

K. K. Bergakademie in Leoben:

Programm für das Studienjahr 1890/91. 1890 fol.

Karpathenverein in Leutschau:

Jahrbuch. XVII. Jahrg. 1890. Igló 1890. 8⁰.

Akademie der Wissenschaften in Lissabon:

Memorias. Classe de sciencias mathematicas. N. Ser. Vol. VI. parte 2. 1887. 4⁰.
Journal de sciencias mathematicas. Nr. 31. 32. 34—48. 2ª Ser. Nr. 1—4. 1881/90. 8⁰.
V. Machado, A Electricidade. 1887. 8⁰.
E. A. Motta, Lições de pharmacologia. 1888. 8⁰.
A. X. Pereira Coutinho, Curso de silvicultura. Tom. 1. 2. 1886—87. 8⁰.

Zeitschrift „La Cellule" in Löwen:

La Cellule, Recueil de cytologie et d'histologie générale. Tom. I, 1. 2. II, 1. 2. III, 1—3. IV, 1. 2. V, 1. 2. VI, 1. 1884—90. 4⁰.

Royal Society in London:

Proceedings. Vol. 47. Nr. 291. Vol. 48. 292—294. 1890. 8⁰.
Philosophical Transactions. Vol. 180. part I. II. 1890. 4⁰.
List of Members. 30th November 1889. 4⁰.

R. Astronomical Society in London:

Monthly Notices. Vol. 50. Nr. 8. 9. and Appendix to Vol. 50. Vol. 51. Nr. 1. 1890. 8⁰.
Memoirs. Vol. 49. part II. 1887—1889. 1890. 4⁰.

Chemical Society in London:

Journal. Nr. 332—337. July—December 1890. 8⁰.
Proceedings. Session 1890—91. Nr. 86. 87. 1890. 8⁰.

Geological Society in London:

The quarterly Journal. Vol. 46. part 1—4. 1890. 8⁰.
List of Members. Nov. 1st 1890. 8⁰.

Linnean Society in London:

Proceedings. Nov. 1887 — June 1888. 1890. 8⁰.
Journal. 1. Zoology. Vol. 20. Nr. 122. 123. Vol. 21. Nr. 133—135. Vol. 23. Nr. 141—144. 2. Botany. Vol. 25. Nr. 171. 172. Vol. 26. Nr. 174. Vol. 27. Nr. 181—182. 1889—90. 8⁰.
Transactions. 2d Ser. Zoology. Vol. 5. part 4. 1890. 4⁰.
List of the members. Jan. 1890. 8⁰.

Royal Microscopical Society in London:

Journal of the R. M. S. 1890. part 4—6. 8⁰.

Zoological Society in London:

Proceedings. 1890. Part I—III. 8⁰.

Zeitschrift „Nature" in London:

Nature. Vol. 42. Nr. 1075—1093. Vol. 43. Nr. 1094—1104 und Index zu Vol. 42. 1890. 4⁰.

Société géologique de Belgique in Lüttich:

Annales. Tom. XVII. Livr. 2. 3. 1890. 8⁰.

Washburn Observatory in Madison:

Publications. Vol. VI. part 1 and 2. 1890. 4⁰.

Government central Museum in Madras:

Notes on the Pearl and Chank Fisheries by Edgar Thurston. 1890. 8⁰.
Catalogue of the Batrachia salientia by Edgar Thurston. 1888. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Magdeburg:

Jahresbericht und Abhandlungen 1889. 1890. 8⁰.

Reale Osservatorio di Brera in Mailand:

Pubblicazioni. Nr. XXXVI. XXXVII. 1890—91. fol.

Società Italiana di scienze naturali in Mailand:

Atti. Vol. 32. Fasc. 1—4. 1889. 8⁰.
Atti della fondazione scientifica Cagnola. Vol. VIII. 1888. 8⁰.

Literary and Philosophical Society in Manchester:

Memoirs and Proceedings. IV. Serie. Vol. 3. 1890. 8⁰.

Public Library of Victoria in Melbourne:

Fred. Mac Coy's Prodromus of the Zoology of Victoria. Decade XX. 1890. 8⁰.

Observatorio meteorológico magnético in Mexico:

Boletin mensual. Vol. II. Nr. 5—12. 1890. 4⁰.

Sociedad científica „Antonio Alzate" in Mexico:

Memorias. Tom. 3. Nr. 9. 10. 1890. 8⁰.

Sociedad Mexicana de historia natural in Mexico:

La Naturaleza. II. Serie. Tom. I. Nr. 7 und 8. 1890. fol.

Sociedad de geografia in Mexico:

Boletin. IVª epoca. Tom. I. Nr. 6—8. 1889. 8⁰.

Deutscher wissenschaftlicher Verein in Mexico:

Mittheilungen. Bd. I. Heft 2. 1890. fol.

Minnesota Academy of natural sciences in Minneapolis:

Bulletin. Vol. III. Nr. 1. 1889. 8⁰.

Società dei Naturalisti in Modena:

Atti. Serie III. Vol. IX. Fasc. 1. 1890. 8⁰.

Royal Society of Canada in Montreal:

Proceedings and Transactions for the year 1889. Vol. VII. 1890. 4⁰.

Société Imperiale des Naturalistes in Moskau:

Bulletin. Année 1889. Nr. 4. 1890. Nr. 1. 2. 1890. 8⁰.

Deutsche Gesellschaft für Anthropologie in Berlin und München:

Correspondenzblatt. XXI. Jahrg. Nr. 5—9. München 1890. 4⁰.

K. B. technische Hochschule in München:

Bericht für das Jahr 1889/90. 1890. 4⁰.
Programm für das Jahr 1890/91. 1890. 8⁰.

Bayerischer Dampfkessel-Revisions-Verein in München.

20. Jahresbericht 1889. 1890. 8⁰.

Société des sciences in Nancy:

Bulletin. 1890. Nr. 3—5. 8⁰.

Zoologische Station in Neapel:

Mittheilungen. Bd. IX. Heft 3. Berlin 1890. 8⁰.

North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers in Newcastle-upon-Tyne:

Report of the French Commission on the use of explosives in the presence of fire-damp in mines. part I and II. 1890. 8⁰.

American Journal of science in New-Haven:

The American Journal. Vol. 39. Nr. 232—234. Vol. 40. Nr. 235—238. 1890. 8⁰.

Observatory of Yale College in New-Haven:

Report for the year 1889—90. 8⁰.

Journal of comparative Medicine in New-York:

Journal. Vol. XI. Nr. 7—12. 1890. 8⁰.

American Museum of natural history in New-York:

Bulletin. Vol. II. Nr. 3. 4. Vol. III. p. 1—39 und 117—122. 1889—90. 8⁰.
Annual Report for the year 1889—90. 1890. 8⁰.

American chemical Society in New-York:

Journal. Vol. XII. Nr. 6—8. 11. 1890. 8⁰.
Bulletin. First general Meeting held at Newport, August 6th and 7th. 1890. 8⁰.

American geographical Society in New-York:

Bulletin. Vol. XXII. Nr. 2. 3. 1890. 8⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Nürnberg:

Jahresbericht 1889. 1890. 8⁰.

Geological and Natural history Survey in Ottawa, Canada:

List of Canadian Hepaticae by W. H. Pearson. Montreal 1890. 8⁰.
Catalogue of Canadian Plants by John Macoua. Part V. Montreal 1890. 8⁰.

Radcliffe Observatory in Oxford:

Results of the astronomical and meteorolog. Observations. Vol. 46. for the year 1886. 1890. 8⁰.

Società Veneto-Trentina di scienze naturali in Padua:

Bullettino. Anno 1890. Tom. IV. Nr. 4. 1890. 8⁰.

Circolo matematico in Palermo:

Rendiconti. Tom 4. fasc. 5. 6. 1890. 8⁰.

Académie des Sciences in Paris:

Comptes rendus. Tom. 110. Nr. 25. 26. Tom. 111. Nr. 1—25. 1889—90. 4⁰.
Oeuvres de Aug. Cauchy. II. Sér. Tom. VII. VIII. 1889—90. 4⁰.

Académie de médicine in Paris:

Mémoires. Tom. XXXII, 2. XXXIII, 1. 2. XXXIV, 1. 2. XXXV, 1. 2. 1879—87. 4⁰.
Bulletin. 1890. Nr. 25—51. 8⁰.
Rapport sur les vaccinations 1857—1886. 8⁰.
Rapport de la commission de l'hygiène de l'enfance 1873—1888. 8⁰.

École Polytechnique in Paris:

Journal. Cahier 59e. 1889. 4⁰.

Moniteur scientifique in Paris:

Moniteur scientifique. Livr. 583—588. Juillet—Déc. 1890. gr. 8⁰.

Muséum d'histoire naturelle in Paris:

Nouvelles Archives. IIe Série. Vol. X. Fasc. 2. IIIe Série. Vol. I. Fasc. 1. 2. 1888/89. 4°.

Revue internationale de l'électricité in Paris:

Revue. 1890. Nr. 109—113. 115. 116. 118—120. gr. 8°.

Société d'anthropologie in Paris:

Bulletins. IIIe Série. Tom. 12. Fasc. 3. 1889. 8°.

Société de géographie in Paris:

Bulletin. 7e Série. X. 1e et 2e trimestre. 1890. 8°.
Comptes rendus 1890. Nr. 12—15. 8°.

Société zoologique de France in Paris:

Bulletin. Tom. XIV. Nr. 7. 8. Tom. XV. Nr. 6. 8. 9. 1889—90. 8°.
Mémoires. Tom. III. part 1—3. 1889. 8°.
Compte-rendu des séances du congrès international de zoologie à Paris 1889. 1890. 8°.

Accademia medico-chirurgica in Perugia:

Atti e rendiconti. Vol. II. Fasc. 2. 3. 1890. 8°.

Académie impériale des sciences in Petersburg:

Repertorium für Meteorologie. Bd. XIII. 1890. 4°.

Universitäts-Bibliothek in St. Petersburg:

Travaux de la société des naturalistes. Vol. XIX (Botanique); XX (Botanique); Vol. XX (Géologie); XX, 1 und XXI, 1 (Zoologie); XX, 5 (Physique). 1888—90. 8°.

Comité géologique in St. Petersburg:

Bulletins. Vol. VIII. Nr. 9 u. 10. Vol. IX. Nr. 1—6 et Supplement du tom. IX. 1890. 8°.

Chemisch-physikalische Gesellschaft bei der kais. Universität in St. Petersburg:

Schurnal. Tom. XXII. Nr. 6—8. 1890. 8°.

Physikalisches Central-Observatorium in St. Petersburg:

Annalen. Jahrg. 1889. Theil. 1. 1890. 4°.

Alumni Association in Philadelphia:

26th annual Report for the year 1889—90. 1890. 8°.

Wagner Free Institute of Science in Philadelphia:

Transactions. Vol. 3. 1890. 8°.

American philosophical Society in Philadelphia:

Proceedings. Vol. 27. Nr. 131. Vol. 28. Nr. 132. 133. 1889—90. 8⁰.

Reale Scuola normale superiore in Pisa:

Annali. Vol. XII. 1889. 8⁰.

Società Toscana di Scienze Naturali in Pisa:

Atti. Processi verbali. Vol. VII. pag. 81—170. 1890. 4⁰.

Mathematisch-physikalische Gesellschaft in Prag:

Časopis. Bd. 19. Heft 6. 1890. 8⁰.

K. K. Sternwarte in Prag:

Magnetische und meteorologische Beobachtungen. 50. Jahrg. 1890. 4⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Regensburg:

Berichte. Heft II. 1890. 8⁰.

Naturforscher-Verein in Riga:

Korrespondenzblatt. XXXIII. 1890. 8⁰.

Observatorio in Rio de Janeiro:

Revista. Anno V. 1890. Nr. 5—11. 4⁰.
Annuario. 1888—90. 8⁰.
Annaes. Vol. IV, 1. 2. 1889. 4⁰.

Reale Accademia dei Lincei in Rom:

Atti. Serie IV. Memorie. Classe di scienze fisiche. Vol. V. 1888. 4⁰.

Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei in Rom:

Atti. Anno 42. Sessione IV—VII. Anno 43. Sessione I—III. 1889—90. 4⁰.

R. Comitato geologico d'Italia in Rom:

Bollettino. Anno 1890. Nr. 5—10. 8⁰.

Ministero della istruzione publica in Rom:

Le Opere di Galileo Galilei. Vol. I. Florenz 1890. 4⁰.

Società Italiana delle scienze in Rom:

Memorie di matematica e di fisica. Ser. III. Vol. 7. Neapel 1890. 4⁰.

American Association for the Advancement of Science in Salem:

Proceedings. 38th meeting held at Toronto. August 1889. 1890. 8⁰.

California Academy of Sciences in San Francisco:

Proceedings. II. Ser. Vol. II. 1889. 1890. 8⁰.

Deutscher wissenschaftlicher Verein in Santiago (Chile):
Verhandlungen. Bd. II. Heft 2. 1890. 8⁰.

R. Accademia dei fisiocritici in Siena:
Atti. Ser. IV. Vol. II. fasc. 5—8. 1890. 8⁰.

Société des Sciences in Strassburg:
Bulletin mensuel 1890. Tom. XXIV. Fasc. 6—9. 8⁰.

Observatorio astronomico nacional de Tacubaya (Mexico):
Boletin. Tom. I. Nr. 1. 1890. 4⁰.

Deutsche Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens in Tokio:
Mittheilungen. Heft 44. Yokohama 1890. fol.

College of science, Imperial University, Tokio, Japan:
The Journal. Vol. III. part 4. Tokio 1890. 4⁰.

Canadian Institute in Toronto:
Proceedings. III. Ser. Vol. VII. Fasc. 2. 1890. 8⁰.

Museo civico di storia naturale in Triest:
Atti. Vol. VIII. (= Serie nuova vol. II.) 1890. 8⁰.

R. Accademia delle scienze in Turin:
Osservazzioni meteorologiche fatte nell' anno 1889. 1890. 8⁰.

Observatoire météorologique de l' Université d' Upsala:
Bulletin mensuel. Vol. XXI. Année 1889. 1889/90. fol.

Physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool in Utrecht:
Onderzoekingen. IV. Reeks. Bd. I, 1. 1890. 8⁰.
F. C. Donders †. 1890. 8⁰.

Institut Royal météorologique des Pays-Bas in Utrecht:
Nederlandsch Meteorologisch Jaarboek voor 1889. Deel I. 1890. 4⁰.

Leander Mc. Cormick Observatory of the University in Virginia:
Publications. Vol. I. part 4. 1889. 8⁰.

National Academy of sciences in Washington:
Memoirs. Vol. IV. part 2. 1889. 4⁰.

U. S. Naval Observatory in Washington:
Report for the year 1889. 1889. 8⁰.
Observations made during the year 1884. 1889. 4⁰.

Chief Signal Officer, U. S. Army in Washington:

Annual Report for the year 1889. Part. I. II. 1890. 8⁰.

U. S. Coast Survey in Washington:

Bulletin. Nr. 18. 1890. 4⁰.

U. S. Geological Survey in Washington:

Monograph XV. in 2 parts. Monograph XVI. 1889. 4⁰.
Eighth annual Report 1886—1887 in 2 parts. 1889. 4⁰.
Bulletin. Nr. 54--57. 1889. 8⁰.

K. K. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien:

Jahrbücher. Bd. XXXIII. 1889. 4⁰.

K. K. geologische Reichsanstalt in Wien:

Verhandlungen 1890. Nr. 6—13. 4⁰.
Jahrbuch. Jahrg. 1890. Bd. 40. Heft 1. 2. 1890. 4⁰.

K. K. Gesellschaft der Aerzte in Wien:

Wiener klinische Wochenschrift. 3. Jahrg. 1890. Nr. 27—52. 4⁰.

Zoologisch-botanische Gesellschaft in Wien:

Verhandlungen. Bd. 40. 1. und 2. Quartal. 1890. 8⁰.

K. K. naturhistorisches Hofmuseum in Wien:

Annalen. Bd. V. Nr. 3. 1890. 4⁰.

Physikalisch-medicinische Gesellschaft in Würzburg:

Verhandlungen. N. F. Bd. XXIV. Nr. 5. 1890. 8⁰.
Sitzungsberichte. 1890. Nr. 7. 1890. 8⁰.

Schweizerische meteorologische Centralanstalt in Zürich:

Annalen. 25. Jahrg. 1888. 1890. 4⁰.

Schweizerische geodätische Commission in Zürich:

Das Schweizerische Dreiecksnetz. Bd. 5. 1890. 4⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Zürich:

Vierteljahrsschrift. Jahrg. 35. Heft 1. 1890. 8⁰.

Von folgenden Privatpersonen:

Jerolim Freiherr von Benko in Wien:

Das Datum auf den Philippinen. 1890. 8⁰.

Gianni Bettini in New-York:

Aperçu sur le micro-graphophone. 1890. 4⁰.

Friedrich Goppelsroeder in Mühlhausen:

Ueber Feuerbestattung. 1890. 8⁰.

A. v. Kölliker in Würzburg:

Ueber die erste Entwickelung der nervi olfactorii. Würzburg 1890. 8⁰.
Zur feineren Anatomie des centralen Nervensystems. II. Beitrag. Leipzig 1890. 8⁰.

A. Kurz in Augsburg:

Vom Stosse. Eine didactische Mittheilung. S.-A.
Das Trägheitsmoment und physische Pendel im Unterrichte. S.-A.
Recension von Beetz, Leitfaden der Physik. 10. Aufl. S.-A. 8⁰.
Einfluss der Erddrehung auf die Windrichtung. S.-A.
Die zweite Elastizitäts-Constante. S.-A. 8⁰.
Ueber magnetische Astasie und das magnet. Pendel. 1890. 8⁰. S.-A.
Zur elementaren Elektrik. 1890. 8⁰. S.-A.

W. Leybold in Frankfurt:

Beiträge zur technischen Gasanalyse mittels der Bunte'schen Gasbürette. 1890. fol.

Ferdinand von Müller in Melbourne:

Second Systematic Census of Australian Plants. Part I. Vasculares. 1889. 4⁰.

Giovanni Omboni in Venedig:

Il coccodrillo fosile di Treschè, nei sette comuni. 1890. 8⁰.

L. Rütimeyer in Basel:

Uebersicht der eocänen Fauna von Egerkingen. 1890. 8⁰.

Ormay Sándor in Beregszász (Ungarn):

Recentiora Supplementa Faunae coleopterorum in Transsilvania. Budapest 1890. 8⁰.

Augustino Todaro in Palermo:

Hortus botanicus Panormitanus. Tom. II. fasc. 7. 1890. fol.

Rudolf Wolf in Zürich:

Astronomische Mittheilungen. Nr. 76. 1890. 8⁰.

Namen-Register.

v. Baeyer Adolf 445.
v. Bauernfeind Carl Max 4. 445. 497.
Blümcke Adolf 435.

Chevreul Michel Eugène (Nekrolog) 418.
Claisen Ludwig 445.

v. Döllinger Ignaz (Nekrolog) 382.
Du Bois-Reymond Paul (Nekrolog) 415.
Dyck Walther (Wahl) 522.

Finsterwalder Sebastian 35. 435.

Glan Paul 513.

Hertwig Richard 513.

Lang Carl 11.
Lommel Eugen 5. 83. 513.

Mach Ernst (Wahl) 522.

v. Pettenkofer Max 1.

v. Quenstedt Friedrich August (Nekrolog) 430.

Radlkofer Ludwig 105.
Rayleigh Lord John William (Wahl) 522.

v. Schafhäutl Karl Emil (Nekrolog) 397.
Seeliger Hugo 497. 499.
Sohncke Leonhard 89. 93. 498.

v. Tschudi Johann Jakob (Nekrolog) 427.

Vogel August (Nekrolog) 391.
v. Voit Carl 381. 445.
Voss Aurel 4.

Sach-Register.

Ameisenäther, Einwirkung desselben auf Campher 445.

Bodenseeforschung. internationale 445. 513.
Böschungswinkel, mittlerer 35.

Dicke eines auf Wasser sich ausbreitenden Oeltropfens 93.
Dimethylbernsteinsäure, Constitution derselben 445.
Druckschriften, eingelaufene 481. 523.

Funktion, interpolatorische Darstellung durch eine nach Kugelfunktionen fortschreitende Reihe 499.

Gasbeleuchtung, Wirkung derselben bei Chloroformnarkose 1.
Gletschererosion 455.

Krystalle, Entdeckung des Eintheilungsprincips derselben durch Hessel 498.

Luftelektricität, zur Theorie derselben 89.

Massen, planetarische, deren Zusammenstoss und Theilung 497.
Meteorologie, Bestrebungen Bayerns in derselben 11.
Mischfarben, Berechnung derselben 513.

Nekrologe 382. 397. 415. 418. 427. 430.

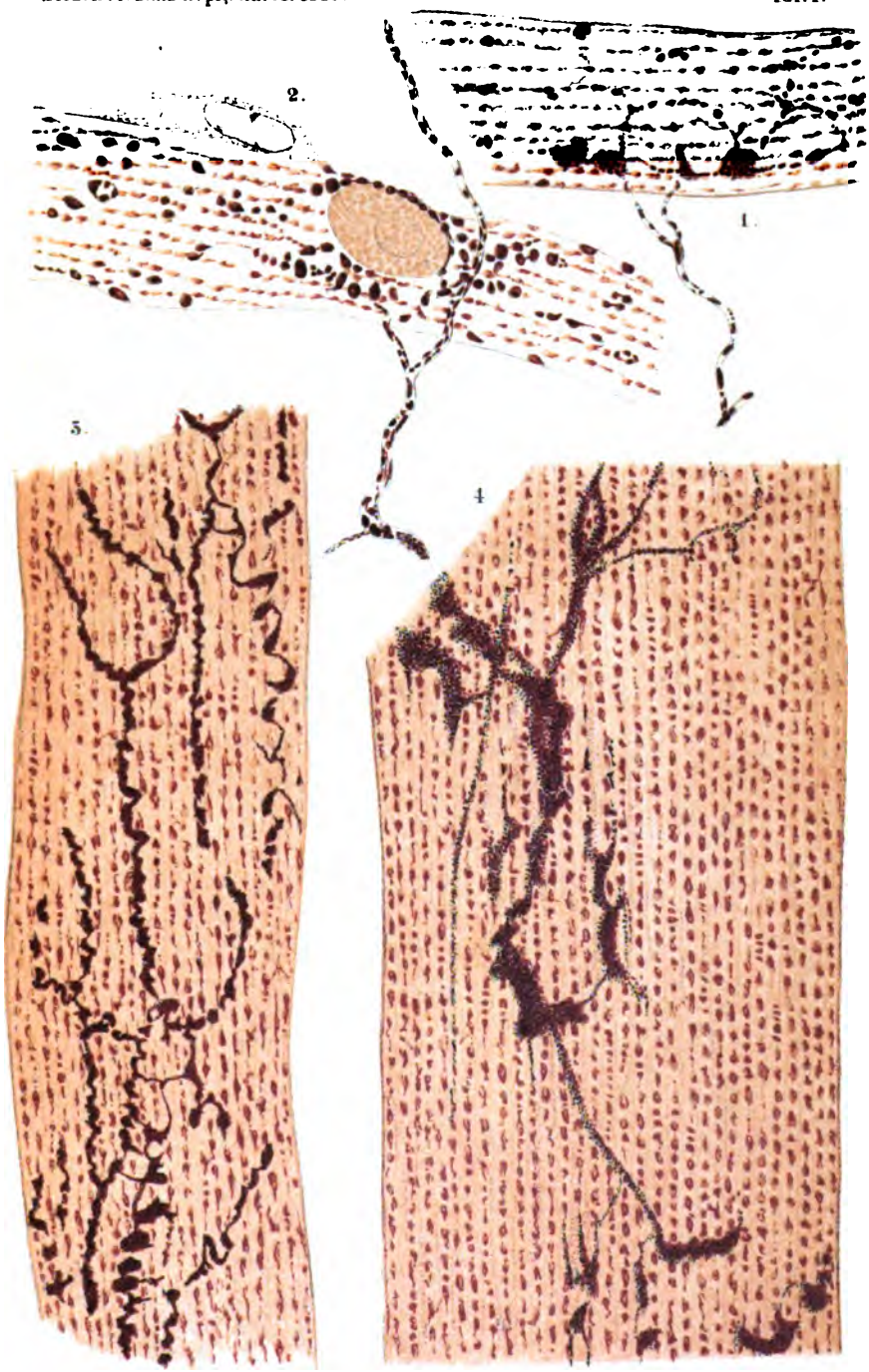
Phosphoro-Photographie des ultrarothen Gitterspektrums 83.
Präzisions-Nivellement, bayerisches 4.

Refraktion, terrestrische 497.
Resorption von Eisen und Kalk aus dem Darmkanale 445.

Sapindaceen, Gliederung dieser Familie 105.
Selbstschatten einer Flamme 5.
Spektrosaccharimeter 513.

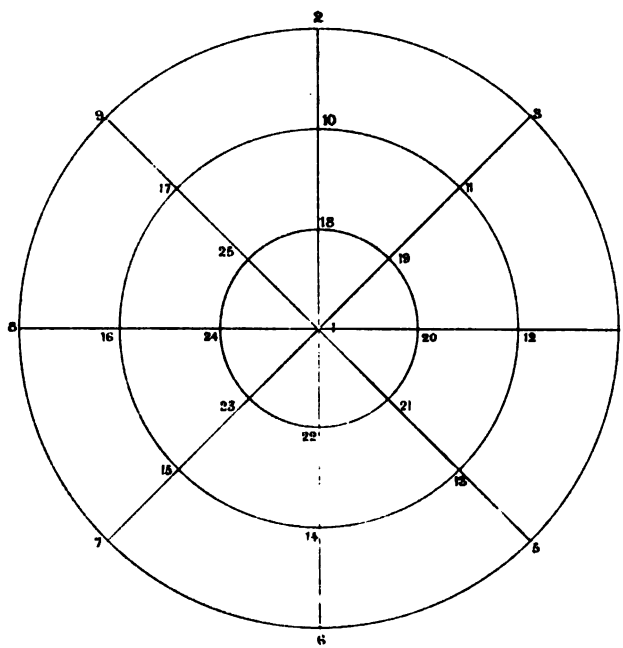
Transformation, congrediente der bilinearen Formen 4.

Wahlen 522.


1.
2.
3.
4

Einfallender Strahlencylinder
in ½ natürlicher Grösse.

Figur I.



In der Mitte.

Figur II.

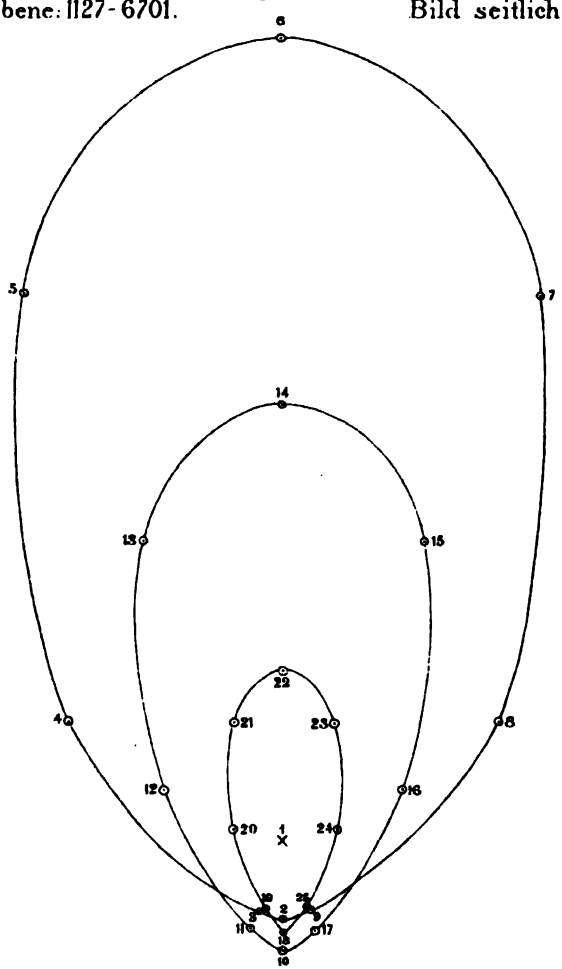
I. Einstellebene: 1127-6701 Bild in der Axe.

Rand, ⅔ Rand und ⅓ Rand.

Am Rand.

Figur III.

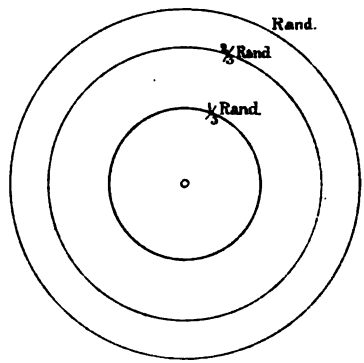
I. Einstellebene: 1127-6701. Bild seitlich von der Axe.



In der Mitte.

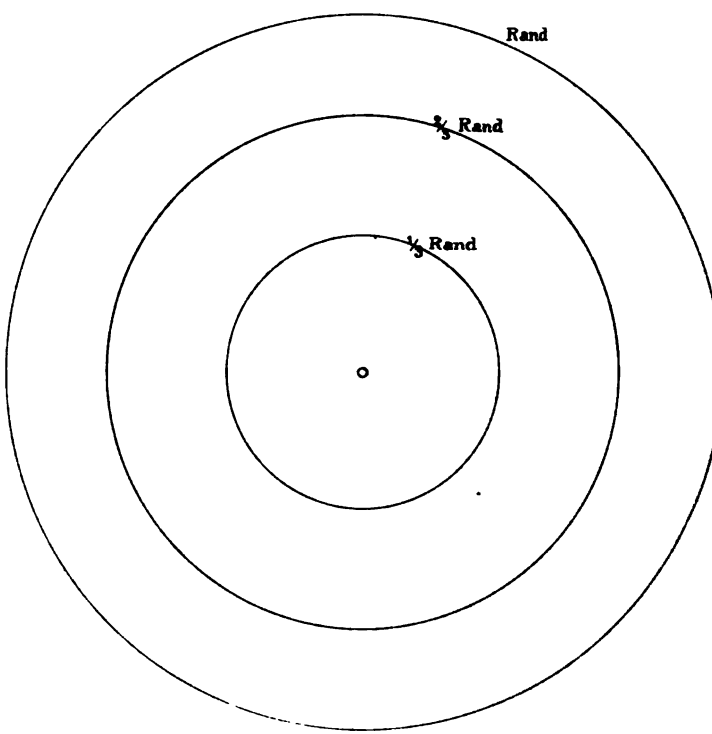
Figur IV.

II. Einstellebene: 1127·4951 (0.175 hinein). Bild in der Axe.



Figur VI.

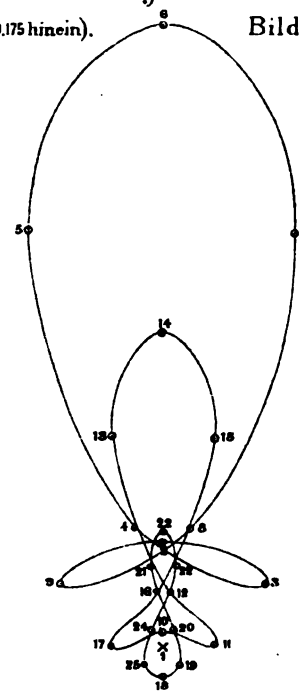
III. Einstellebene: 1127·3201 (0.35 hinein). Bild in der Axe.



Am Rand.

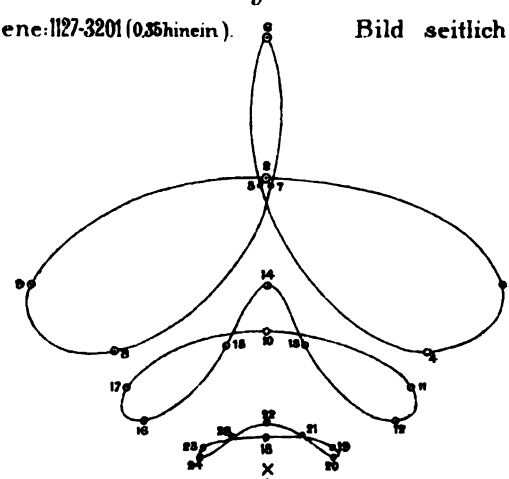
Figur V.

II. Einstellebene: 1127-4951 (0.175 hinein). Bild seitlich von der Axe.



Figur VII.

III. Einstellebene: 1127-3201 (0.35 hinein). Bild seitlich von der Axe.



In der Mitte.

Figur VIII.

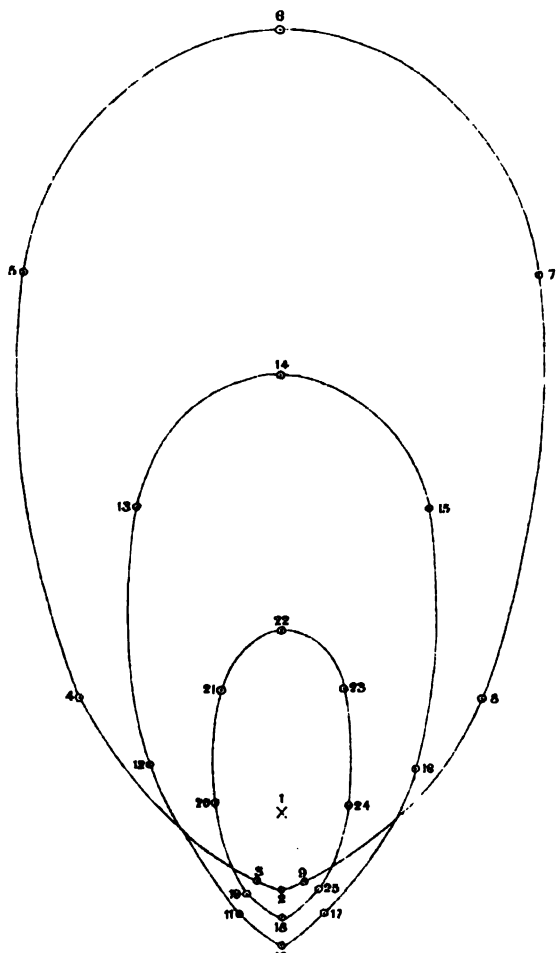
I. Einstellebene: 1127-7158. Bild in der Axe.

×

Am Rand.

Figur IX.

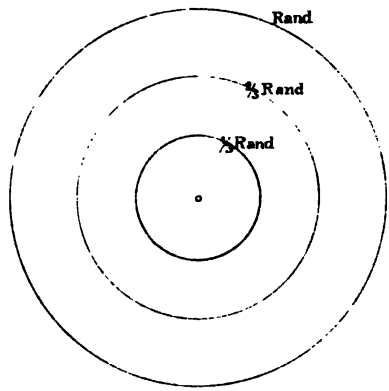
I. Einstellebene: 1127-7158. Bild seitlich von der Axe.



In der Mitte.

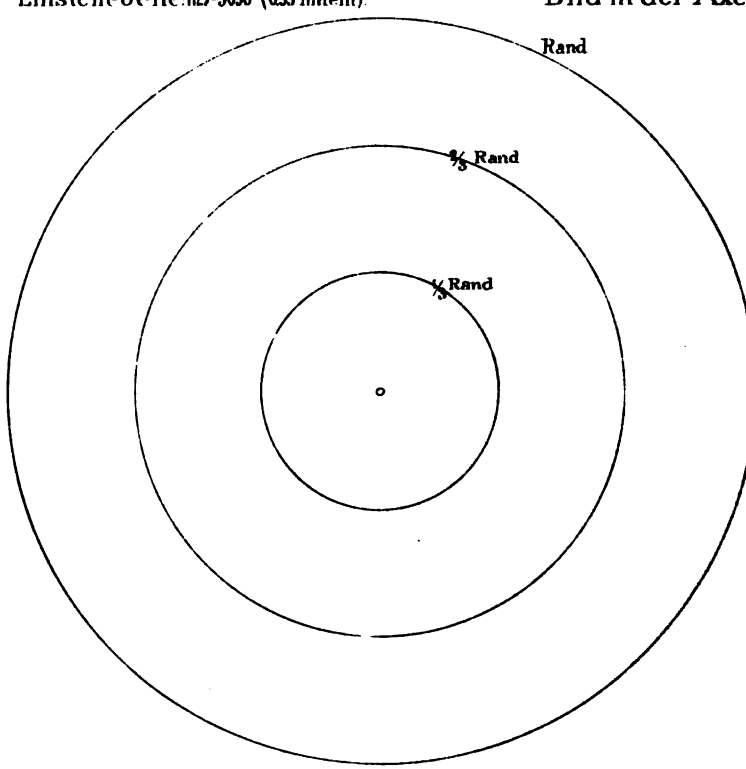
Figur X.

II. Einstellebene: 1127-5408 (0.175 hinein). Bild in der Axe.



Figur. XII.

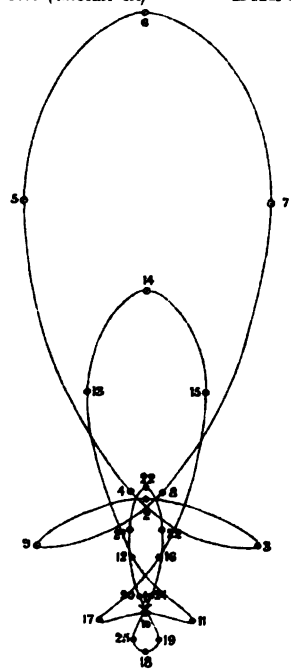
Einstellebene: 1127-3658 (0.35 hinein). Bild in der Axe.



Am Rand.

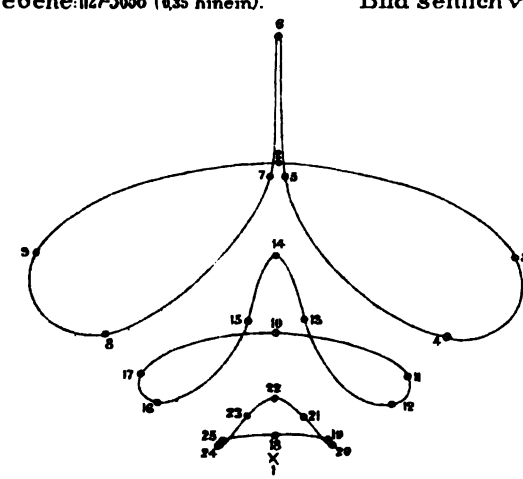
Figur XI.

II. Einstellebene: 1127-5408 (0.175 hinein) Bild seitlich von der Axe.



Figur XIII.

III. Einstellebene: 1127-3658 (0,35 hinein). Bild seitlich von der Axe.



In der Mitte.

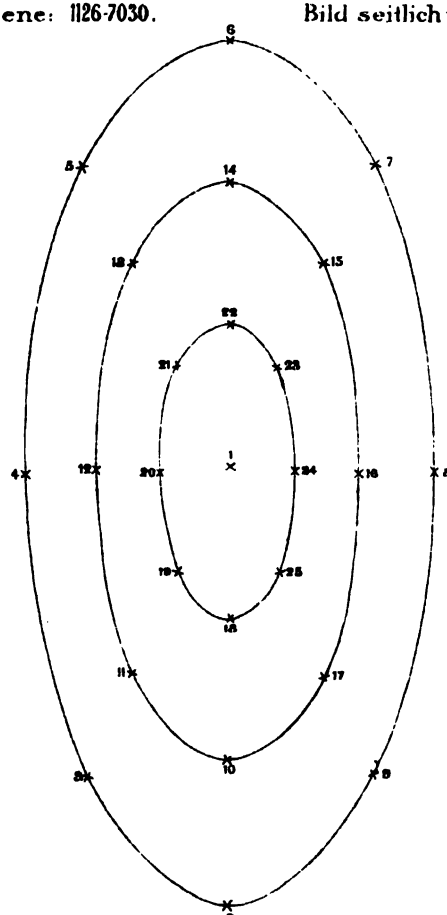
Figur XIV.

I. Einstellebene: 1126-7030. Bild in der Axe.

Am Rand.

Figur XV.

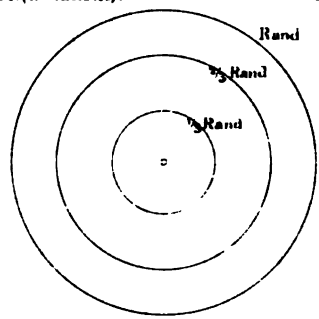
I. Einstellebene: 1126-7030. Bild seitlich von der Axe.



In der Mitte.

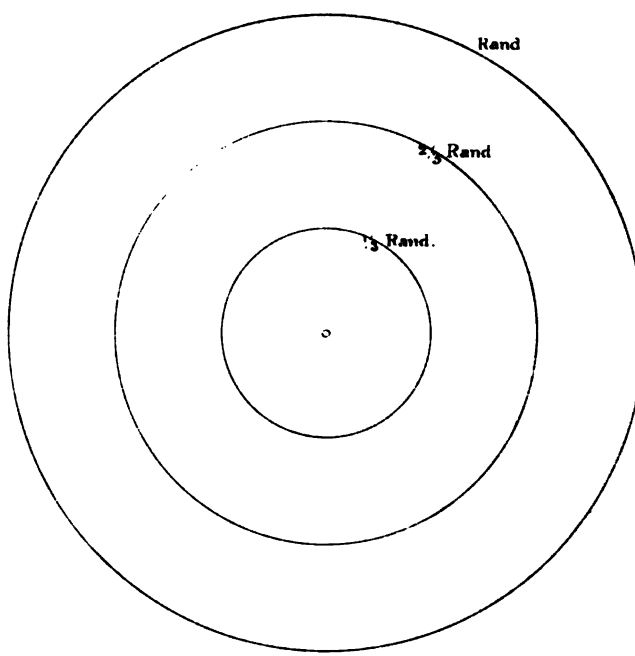
Figur XVI.

II. Einstellebene: 1126.5530. (0.15 hinein). Bild in der Axe.



Figur XVIII.

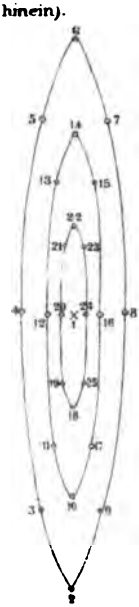
III. Einstellebene: 1126.4030. (0.30 hinein). Bild in der Axe.



Am Rand.

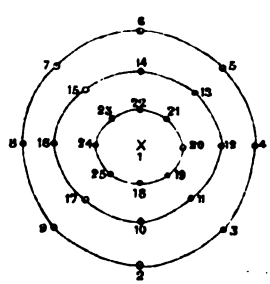
Figur XVI.

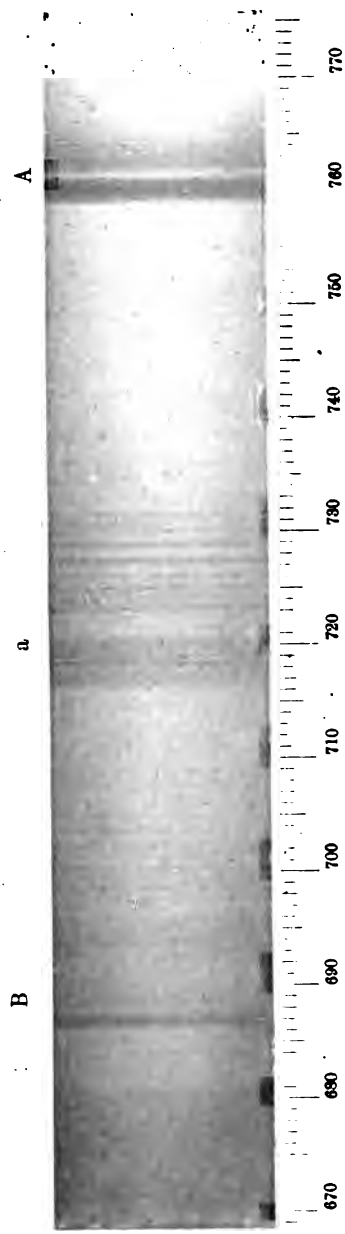
II. Einstellebene: 1126.5530 (0.15 hinein). Bild seitlich von der Axe.



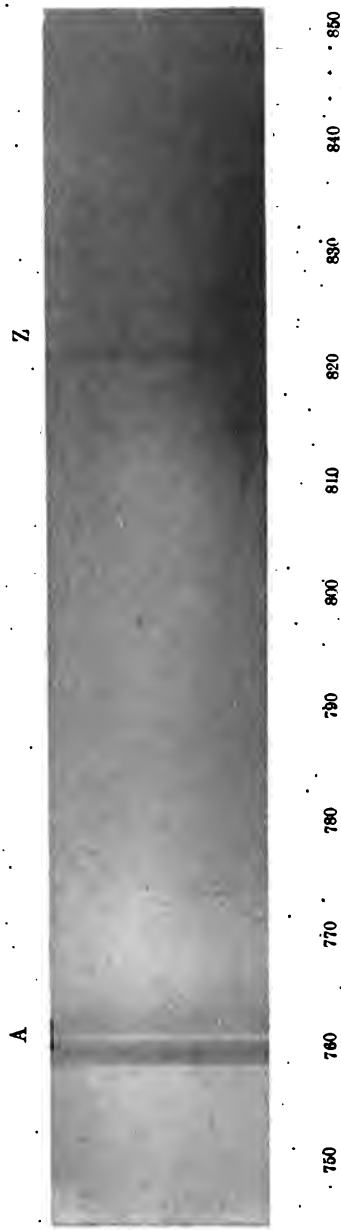
Figur XIX.

III. Einstellebene: 1126.4030 (0.30 hinein.) Bild seitlich von der Axe.



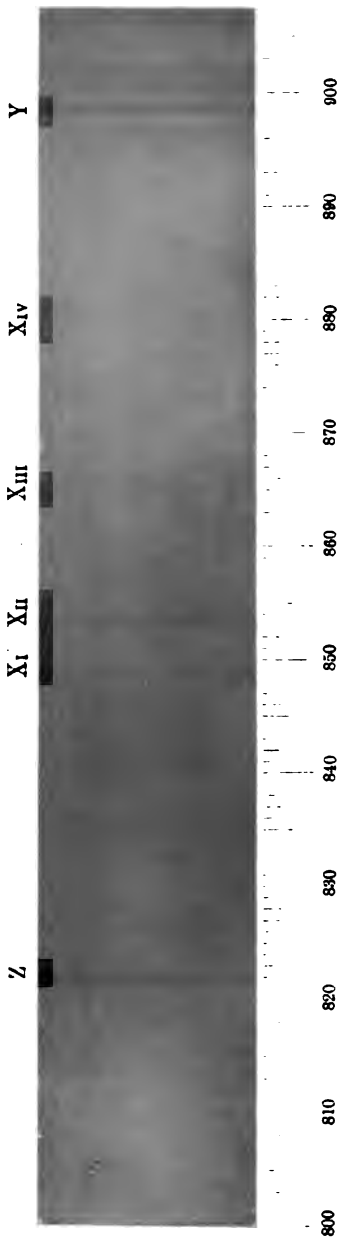


1.

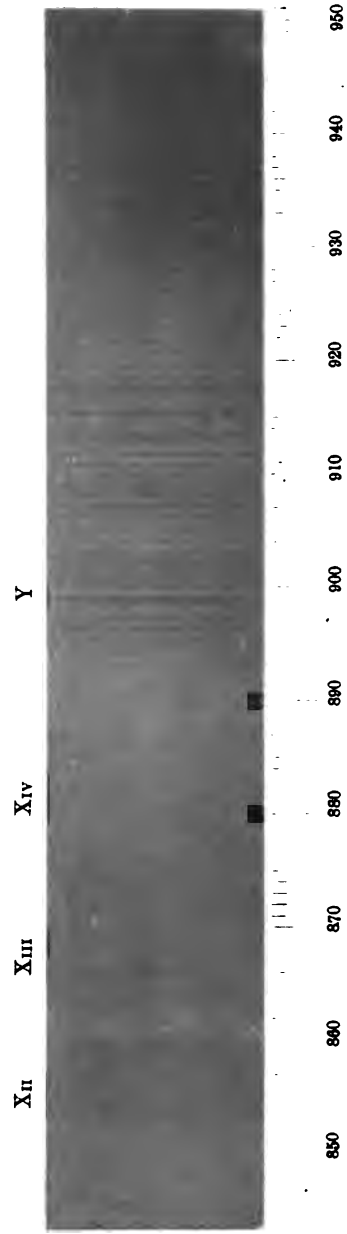


2.

Druck von J. B. Obernetter, München.



3.



4.

Druck von J. B. Obernetter, München.

THE UNIVERSITY LIBRARY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA, SANTA CRUZ
SCIENCE LIBRARY

This periodical is due on the **DATE** stamped below.
To renew by phone, call **459-2050**

SCI. LIB.

Series 1665